



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DA GEOMETRIA E DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA
DE UM TRECHO DA RODOVIA VRS-811 NO MUNICÍPIO DE
ARROIO DO MEIO/RS**

Felipe Rosenbach

Lajeado, novembro de 2018

Felipe Rosenbach

**ANÁLISE DA GEOMETRIA E DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA
DE UM TRECHO DA RODOVIA VRS-811 NO MUNICÍPIO DE
ARROIO DO MEIO/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, como requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Prof. Ma. Carolina Becker Pôrto Fransozi

Lajeado, novembro de 2018

RESUMO

A maioria das rodovias rurais de pistas simples foram projetadas e construídas há mais de quarenta anos. Desta maneira, podem não estar as circunstâncias de projeto aceitáveis para o tráfego de veículos atual. O presente trabalho de conclusão de curso buscou analisar a geometria e sinalização de um trecho da rodovia vicinal VRS-811 por meio do *software* SAEPRO, para verificar se a via está atendendo as normas técnicas, onde foi dado enfoque ao local com maior incidência de curvas, com início no ponto de km 5 + 200 e final em km 8+560. Segundo o VDM da rodovia disponibilizado pelo DAER/RS, esta se enquadra como uma rodovia vicinal de Classe B. Esta classe deve fornecer aos condutores uma velocidade de projeto de 60km/h, raio mínimo de 125 metros e mínimo de 6 metros de pista e 1 metro de acostamento. Para a análise da geometria da rodovia foi utilizado o *software* SAEPRO, no qual foi inserido o eixo da via existente com auxílio de imagens de satélite de alta resolução, obtendo-se, assim, os dados de raio da curva, ângulo central e desenvolvimento em espiral. Após isto foi elaborado o projeto de sinalização de acordo com a legislação, utilizando-se a ferramenta de projeto de sinalização no programa SAEPRO. Foi possível com as análises, verificar que a rodovia não possui a largura mínima desejável em cerca de 2 km, além de não fornecer acostamentos durante todo o percurso. A geometria da rodovia possui 71,43% de curvas com raio e comprimento de transição abaixo do mínimo estipulado, e grande variabilidade no valor dos raios de curva. A sinalização vertical se encontra deficitária, possuindo um total de seis placas em todo o trecho, as quais se encontraram muito próximas à pista. Já a sinalização horizontal está aceitável em projeto, porém, a sua retrorrefletância está abaixo do desejável, tornando a sua visualização precária. A proposta para melhoria é de redução da classe da rodovia para Classe C de rodovias vicinais, fazendo assim com que 87,5% dos raios se enquadrem na norma técnica, e para a sinalização, que sejam colocadas placas de regulamentação de velocidade e de proibição de ultrapassagem e placas corretas de advertência de curva, avisando os condutores sobre as manobras que devem ser realizadas. Porém, salienta-se que estes ajustes só serão válidos com a conscientização dos condutores da rodovia, pois o fator humano é o mais importante para a ocorrência de acidentes de trânsito.

Palavras-chave: Geometria rodoviária; Sinalização viária; SAEPRO; Segurança Viária;

AGRADECIMENTOS

Mesmo sendo o meu nome que consta na capa deste trabalho, nada disso seria possível sem a ajuda de diversas pessoas. Dessa maneira, não poderia deixar de agradecer por todo esforço e apoio oferecidos para a conclusão deste trabalho.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, pois foram eles que me propiciaram este momento, fornecendo a oportunidade de poder estudar e correr atrás do sonho de concluir um curso superior em Engenharia Civil. Minha mãe que, apesar de não estar mais conosco, sei que me guia e protege durante todos os momentos da minha vida. Meu irmão que, além de ser o melhor deste mundo, foi essencial na ajuda da coleta de dados da rodovia, me dando todo apoio. E meu pai, a quem devo tudo e sempre foi meu ídolo e herói, sendo meu exemplo de tudo que quero ser.

Gostaria de agradecer à minha namorada Letícia Leão Alvarenga por ser a melhor namorada desse mundo, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando a melhorar, por toda a paciência que teve para enfrentar este longo ano. E também gostaria de agradecer por me ajudar na parte escrita deste trabalho, fazendo a correção ortográfica e por me fazer aprender a cada dia mais, mesmo em áreas que me faltam.

À minha orientadora Carolina Becker Pôrto Fransozi, por encarar este trabalho comigo, me ajudar em todos os momentos e a qualquer hora. Por todos os momentos descontraídos durante as orientações, sem deixar de ser docente e técnica. Tenho certeza que escolhi a melhor orientadora possível.

Também ao professor Daniel Sérgio Presta García, por ter disponibilizado o *software* SAEPRO, por ter auxiliado em todas as dúvidas que surgiram durante a caminhada, sempre nos enriquecendo com seu conhecimento e bom humor.

Por fim, aos meus colegas e amigos, que viram todo meu avanço durante todos os anos de graduação e entendendo sempre que estive ausente em função dos estudos.

Todos vocês foram muito importantes para que eu pudesse chegar até aqui. Fica meu eterno agradecimento e admiração a todos vocês. Muito obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de projeto para rodovias estaduais.....	22
Tabela 2 - Classes de projeto para rodovias vicinais	22
Tabela 3 - Velocidade diretriz para rodovias vicinais (km/h)	23
Tabela 4 - Distância de visibilidade de parada (m).....	24
Tabela 5 - Distância de visibilidade de ultrapassagem (m)	24
Tabela 6 - Raios mínimos de curvatura horizontal	27
Tabela 7 - Raios mínimos para curva circular sem transição	28
Tabela 8 - Largura dos acostamentos externos (m).....	30
Tabela 9 - Sinalização de curva acentuada – Fatores geométricos	39
Tabela 10 - Sinalização de curva – Fatores geométricos.....	39
Tabela 11 - Distância de visibilidade x Velocidade.....	41
Tabela 12 – Largura da linha simples contínua	42
Tabela 13 – Largura da linha simples seccionada	43
Tabela 14 – VDM da rodovia VRS - 811	50
Tabela 15 – Classes de projeto para rodovias estaduais.....	51
Tabela 16 - Classes de projeto para rodovias vicinais	52
Tabela 17 – Larguras da Pista VRS-811	67
Tabela 18 – Larguras dos acostamentos VRS-811	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Acidentes registrados na VRS-811	48
Gráfico 2 – Tipos de curva na VRS-811	70
Gráfico 3 – Raio mínimo de curva na VRS-811	71
Gráfico 4 – Zonas de sucessão de curvas	72
Gráfico 5 – Comprimento de transição nas curvas da VRS-811	73
Gráfico 6 – Raio mínimo com redução de classe	Erro! Indicador não definido.
Gráfico 7 – Distância Horizontal até a Borda da Pista	75
Gráfico 8 – Distância vertical até a Borda da Pista	75
Gráfico 9 – Retrorrefletância na VRS-811	77
Gráfico 10 – Sinalização Vertical na VRS-811 pelo SAEPRO	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores que afetam a segurança viária.....	18
Figura 2 – Critérios para escolha de raios de curvas	25
Figura 3 - Equilíbrio de forças em curva.....	26
Figura 4 – Curva circular de transição.....	28
Figura 5 – Sinalização de regulamentação	33
Figura 6 - Posicionamento dos sinais de Regulamentação – Pista sem acostamento	34
Figura 7 – Sinalização de advertência	35
Figura 8 - Posicionamento dos sinais de Advertência – Pista sem acostamento.....	36
Figura 9 - Placas de Sinalização – Curvas Horizontais.....	37
Figura 10 - Exemplos de curvas isoladas e em sequência	38
Figura 11 - Linha Simples Contínua	42
Figura 12 - Linha Simples Seccionada.....	42
Figura 13 – Ferramentas SAEPRO	45
Figura 14 – Localização da via dentro do município	48
Figura 15 – Localização da via dentro do Rio Grande do Sul	49
Figura 16 – Mapa de relevo no SAEPRO.....	55
Figura 17 – Alinhamento planimétrico SAEPRO	55
Figura 18 – Alinhamento greide SAEPRO	57
Figura 19 – Medição sinalização vertical.....	58
Figura 20 – Medição sinalização horizontal	59
Figura 21 – Medida da retrorrefletância	60
Figura 22 – Greide sobre perfil longitudinal.....	62

Figura 23 – Análise de Visibilidade SAEPRO.....	63
Figura 24 – Sinalização Horizontal SAEPRO	64
Figura 25 – Sinalização Vorizontal SAEPRO	64
Figura 26 – Acostamento encontrado na VRS-811	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO - Associação Americana de Rodovias do Estado e Funcionários de Transporte

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CNT – Confederação Nacional de Transporte

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito

DAER – Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

FHWA – Federal Highway Administration

NBR – Norma Brasileira

PRE - Polícia Rodoviária Estadual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo geral	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Delimitações	16
1.4 Limitações.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Componentes dos acidentes viários	18
2.2 Características físicas de vias com relação à segurança.....	19
2.2.1 Projeto da via	19
2.2.2 Traçado	20
2.2.2.1 Projeto Geométrico da Rodovia	21
2.2.2.2 Velocidade Diretriz e Velocidade Operacional.....	23
2.2.2.3 Distância de Visibilidade	23
2.2.2.4 Concordância Horizontal	24
2.2.2.5 Raio Mínimo	26
2.2.2.6 Curva Horizontal Circular e de Transição	27
2.2.2.7 Comprimento de Transição e Desenvolvimento em Espiral	29
2.2.2.8 Ângulo Central.....	29
2.2.2.9 Acostamento	30
2.2.3 Sinalização	31
2.2.3.1 Sinalização Vertical	32
2.2.3.2 Sinalização Horizontal	40
2.2.4 Utilização de Software em análise geométrica da via	44
3 MATERIAIS E MÉTODOS	47
3.1 Apresentação da rodovia de estudo.....	47
3.2 Determinação da Classe da Rodovia.....	50
3.3 Análise da Rodovia	52
3.3.1 Análise dos Parâmetros Geométricos da Via	52
3.3.2 Análise do traçado existente.....	53

3.4 Análise da Sinalização Viária	57
3.4.1 Sinalização Vertical	58
3.4.2 Sinalização Horizontal	59
3.4.3 Retrorrefletância.....	60
3.4.4 Análise de Sinalização SAEPRO	61
 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.1 Geometria da Rodovia VRS-811	66
4.1.1 Largura da Rodovia VRS-811	66
4.1.2 Acostamentos na Rodovia VRS-811	68
4.1.3 Tipos de curva da VRS-811	70
4.1.4 Raio de Curvatura da VRS-811	71
4.1.5 Sucessão de curvas na VRS-811	72
4.1.6 Comprimento de Transição (Lc)	73
4.2 Sinalização Vertical na VRS-811	74
4.2.1 Sinalização Vertical na VRS-811	74
4.2.2 Sinalização Horizontal na VRS-811.....	76
4.2.3 Retrorrefletância.....	76
4.2.4 Comparação da sinalização com o <i>software</i> SAEPRO	77
 5 CONCLUSÃO	80
 REFERÊNCIAS.....	82
 APÊNDICES	87
APÊNDICE A – TABELA DE DADOS DAS CURVAS ENCONTRADAS POR MEIO DO <i>SOFTWARE</i> SAEPRO.	88
APÊNDICE B – TABELA DE DADOS DA SINALIZAÇÃO VERTICAL ENCONTRADA NA VRS-811	89
APÊNDICE C – TABELA PARA COLETA DE DADOS DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	90
APÊNDICE D – TABELA DE DADOS <i>retrorefletância</i> encontrada na VRS-811.....	91
APÊNDICE E – NOTA DE SERVIÇO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL PARA A VRS-811 PELO <i>SOFTWARE</i> SAEPRO.	92
APÊNDICE F – NOTA DE SERVIÇO DA SINALIZAÇÃO <i>horizontal</i> PARA A VRS-811 PELO <i>SOFTWARE</i> SAEPRO.	94
APÊNDICE G – PROJETO GEOMÉTRICO SAEPRO	96

1 INTRODUÇÃO

A grande maioria das rodovias rurais de pista simples foram projetadas e construídas há mais de quarenta anos. Porém, com o aumento da frota de veículos, e o respectivo aumento do volume de tráfego, as circunstâncias de segurança e operação foram consideravelmente alteradas, sendo que várias rodovias, hoje, estão abaixo dos níveis aceitáveis para acomodar as situações impostas pelo aumento e mudança no fluxo de veículos e pedestres (NODARI, 2003).

A frota nacional atual teve um acréscimo considerável nos últimos anos. Segundo Confederação Nacional do Transporte (CNT), entre os anos de 2002 e 2016 houve um incremento de 274,07% na frota, o que acarreta em uma maior atenção às questões de segurança para que os veículos possam realizar as suas viagens com maior tranquilidade, podendo alcançar seu destino com o conforto adequado e sem sofrer avarias.

Acidentes de trânsito que apresentam vítimas, seja com mortes ou ferimentos, têm sido crescente e têm preocupado a Organização Mundial da Saúde (OMS), como um problema público significativo (SOUZA, 2012). Para uma melhor avaliação dos problemas encontrados na segurança viária e na causa de acidentes, é necessário entender os vários motivos que colaboram com o recorrente problema e os riscos que estes impõem.

A segurança no tráfego possui como seus principais constituintes os veículos, as pessoas, o ambiente institucional e as vias, sendo que os acidentes não possuem apenas um fator, porém todos os setores interagem e se relacionam (LEAL, 2017).

Embora na maioria das vezes o condutor seja considerado o culpado, sendo a falha humana taxada como a principal causadora de incidentes, para Sampedro (2006) devem ser levados em consideração os elementos associados à via e ao veículo, e o quanto isto é capaz de influenciar e potencializar falhas humanas. Sendo assim, é fundamental que ocorram estudos identificando a natureza dos acidentes, e verificar se estes estão ligados às características da via, ambiente e veículo (RABAY LUCAS et al. 2013).

Ferraz et al. (2012) colocam que, no âmbito da Engenharia Viária e de Tráfego, uma das maneiras de poder melhorar a segurança no trânsito se trata do cuidado com os projetos rodoviários, sendo eles para novas rodovias a serem construídas ou no cuidado da manutenção de rodovias antigas, tratamento dos locais críticos que a via possua, além do cuidado com a sinalização, para que esta esteja correta e consiga alertar o condutor quanto aos perigos no percurso. Os autores ainda destacam que a geometria adequada e a sinalização correta podem acabar prevenindo inúmeros acidentes, reduzindo a exposição do condutor aos riscos.

A VRS-811, localizada na cidade Arroio do Meio – RS, liga uma rodovia estadual (ERS-130) até a cidade de Travesseiro – RS. Porém, o trecho analisado será referente à parcela da via que liga até uma comunidade do interior do município, denominada Vila Forqueta, que é considerada uma das vias afetadas por esse problema de segurança. Sendo realizada uma pesquisa junto à Polícia Rodoviária Estadual, buscou-se a quantidade de acidentes sofridos no trecho de km 0+000m até o km 11+250m. Foi verificado que ocorreram 142 acidentes nos anos de 2012 até 2017, sendo o maior número de acidentes no ano de 2012, e havendo redução nos anos futuros. Dados estes disponibilizados pela Polícia Rodoviária Estadual no ano de 2018.

Com base nos dados de acidentes e pela rodovia ter sido projetada há mais de 40 anos, foi realizado um levantamento sobre o projeto geométrico e de sinalização da VRS-811, verificando se esta encontra-se em condições aceitáveis de tráfego e segurança, de acordo com sua classe e o Volume diário Médio (VDM).

1.1 Problema

A Rodovia VRS-811 está em situação aceitável de projeto geométrico e sinalizações para oferecer segurança às pessoas que por ali transitam?

1.2 Objetivos

A seguir, o objetivo geral e os específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar as condições de segurança na geometria e sinalização da rodovia VRS-811, localizada no município de Arroio do Meio - RS.

1.2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Analisar as características geométricas (raios das curvas, ângulo central, comprimento de transição, largura da pista e acostamento) do trecho da rodovia em estudo, visando o atendimento dos parâmetros de projeto para a classe e relevo em que se enquadra;
- b) Avaliar a sinalização viária vertical e horizontal existentes e comparar com o ideal estipulado pela legislação.
- c) Propor soluções para as inconformidades encontradas no projeto.

1.3 Delimitações

Este trecho analisado contemplará o traçado da VRS-811 para o ano de 2018, sendo que qualquer alteração realizada no corpo da rodovia posteriormente a esta data não será contabilizada neste trabalho.

1.4 Limitações

As limitações deste trabalho são:

- a) Devido à um problema de permissão do *software* SAEPRO, não foi possível realizar a análise geométrica que fica entre as estacas de km 8 + 530 e km 11+250. Sendo realizada a análise apenas do km 5 + 200 até o km 8 + 560.
- b) Não foi possível realizar a análise altimétrica da rodovia, visto que não há a topografia da região e o projeto da rodovia, onde poderiam ser analisados estes fatores. Desta maneira não foi determinado exatamente o greide da rodovia.
- c) Apesar da superelevação ser um componente relevante na elaboração do projeto geométrico, a falta de equipamentos que determinem valores confiáveis em campo impediu que os mesmos fossem avaliados no presente trabalho.
- d) Em conversa com o Engenheiro Angelo do DAER/RS, não foi possível encontrar o projeto original da rodovia, o que impede que sejam colocados os mesmos índices de projeto.
- e) Não foi analisada a retrorrefletância da sinalização vertical, devido a falta de medição deste fator em específico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico, que introduzirá os elementos analisados e levados em consideração para realizar o trabalho em questão.

Para análise dos problemas encontrados na segurança viária, é necessário explorar os variados fatores que colaboram para os acontecimentos de acidentes de trânsito e riscos a estes associados. Precisa-se entender a natureza e os riscos que são encontrados nas vias e no tráfego, as reações dos indivíduos quanto ao que está acontecendo e a situação em que se encontram durante o trânsito (LEAL, 2017).

Para Nodari (2003), os engenheiros buscam realizar projetos de traçado da via, que possibilitam uma maior segurança ao condutor, procurando, junto disto, um melhor custo benefício, aliando também a questão do meio ambiente com a busca de um menor impacto ambiental. No entanto, a autora também ressalta que a maioria dos problemas que existe na via aparecem após episódios de acidentes já terem acontecido.

Segundo Sampedro (2006), as rodovias têm um número menor de acidentes do que em vias urbanas, no entanto, esses possuem maior gravidade. Isso acontece porque a velocidade em que os veículos se encontram é maior, além dos motoristas considerarem estar menos expostos a riscos, devido a uma quantidade menor de veículos na via, tendo um nível de alerta menor, o que pode deixar o condutor exposto a acidentes mais severos.

Neste sentido, este capítulo tem por objetivo demonstrar os riscos de acidentes nas vias, além dos conceitos de segurança viária e projetos de traçado e sinalização de rodovias.

2.1 Componentes dos acidentes viários

Segundo Madalozo (2004), acidentes de trânsito são episódios complexos que acabam envolvendo uma série de fatores que contribuem com o resultado final, nunca sendo apenas um deles o fator responsável pelo incidente.

Porém, a entrada do homem neste meio é o que faz os elementos interagirem e acabarem sendo fatores de causa de acidentes, conforme mostrado na Figura 1. O homem pode desempenhar várias funções no trânsito, entre elas: motorista, ciclista, pedestre, entre outros. Entretanto, é como motorista que acaba interagindo com os demais fatores e ocasionando os possíveis acidentes no trânsito (GOLD apud LEAL, 2017).

Figura 1 - Fatores que afetam a segurança viária



Fonte: Gold apud Leal (2017).

Os fatores determinantes de acidentes podem ser evitados caso sejam tomados os cuidados necessários para que haja segurança aos condutores. São eles: o fator veicular, como mau cuidado e preservação do veículo, além da negligência de cuidado por parte do proprietário; o fator humano que pode ser

avaliado na forma em que o condutor se porta no trânsito, respeitando leis, dirigindo com prudência, além da parte cognitiva que se trata do conhecimento da rodovia, tempo de experiência como motorista e tomadas de decisão, e ainda os aspectos fisiológicos como embriaguez e sonolência; o fator ambiental, que se trata de chuvas, ventanias ou neve, que prejudicam a visão do condutor quanto a pista ou outros veículos; o fator viário, que engloba o projeto da rodovia, sinalização, estado do pavimento, entre outros dificultadores que possam pôr em risco a saúde dos condutores (LEAL, 2017).

2.2 Características físicas de vias com relação à segurança

A relação das características das vias urbanas e rodovias tem extrema importância na ocorrência de acidentes, sendo que uma via com problemas pode acabar induzindo o condutor a erros que possam acometer em sinistros, podendo este ser com alta gravidade ou não (PICADO apud LEAL, 2017).

2.2.1 Projeto da via

Cada vez mais há uma maior exigência quanto aos projetos de rodovias por parte dos engenheiros, sendo que estas não devem apenas ligar as cidades, mas também devem fornecer conforto aos condutores que por ela irão percorrer. Contudo, muitas vias já foram projetadas sem terem o cuidado adequado com estes fatores e sem prever um maior número de veículos transitando por este caminho, o que se torna uma problemática destes trajetos (NODARI, 2003).

Projetos viários bem executados tendem a ser um facilitador ao motorista, para que este tenha maior tranquilidade e precise demandar uma menor atenção com relação ao trânsito, que se torna mais organizado e menos preocupante. No entanto, há também um aumento gradual da velocidade. Isso se torna um fator contraditório, visto que em uma pista mais rápida constata-se um número maior de acidentes (NOLAND, 2003).

Um empecilho nos projetos rodoviários é a questão de unir a boa qualidade de rolamento e desenho da via, aliado a um custo mais baixo, gerando, assim, alto custo-benefício. Como há um valor disponibilizado para realização de uma obra rodoviária, o projeto da rodovia é adaptado diversas vezes para que se enquadre no orçamento viabilizado (FHWA, 2007).

Segundo Souza (2012), uma rodovia que estiver bem projetada e com planejamento dentro do aceitável irá reduzir o número de acidentes que ocorrem em suas instalações. Dessa forma, os projetistas devem buscar não apenas conforto no projeto da rodovia, mas também uma segurança atendível para que as pessoas que por ali percorrerem, possam ter uma chance maior de evitar acidentes, e caso estes ocorram, tenham gravidade menor.

2.2.2 Traçado

As condições físicas e geométricas são as responsáveis por fornecer o conforto e segurança àqueles que estarão fazendo uso da via, devendo estes fatores potencializar estas situações (FREIRE, 2003). Para Sampedro (2006), o traçado da via é um dos fatores mais importantes na influência sobre a segurança fornecida aos condutores, principalmente em casos de curvas horizontais fechadas, que devem receber maior atenção quanto à situação nestes pontos.

Para Leal (2017), os alinhamentos vertical e horizontal são de fundamental importância para que a via apresente conforto, comodidade e segurança para os motoristas e pedestres que por ela percorrem seus trajetos. Quando a pista exige uma maior habilidade por parte do condutor por ser sinuosa, além de um esforço maior para conduzir, pode gerar um estresse permanente no indivíduo devido à quantidade excessiva de curvas horizontais, assim como pequenos raios de curvatura. Este mesmo problema pode acontecer quando a via se encontra com um perfil irregular por causa de terreno ondulado em que foi introduzida. Neste trabalho não será analisado o alinhamento vertical, devido à indisponibilidade dos dados de topografia da região.

Leal (2017) também reforça que, por outro lado, um traçado que possua uma grande quantidade de retas longas, causa uma monotonia, que pode levar ao cansaço e distrações, induzindo o condutor a falha. Dessa maneira, um bom projeto deve ter um alinhamento que preze a utilização de curvas com raios e curvaturas grandes tendo transições amplas e suaves.

No estudo do traçado da via, a variável primordial será a velocidade do trajeto, sendo a diretriz para determinar os principais pontos do projeto, e definindo as questões mais relevantes para dimensionar os elementos viários, como raio, a superelevação, a superlargura e as distâncias de visibilidade (GARCÍA, 2008).

Para o projeto de qualquer via de sistema de transporte devem ser considerados, em primeiro lugar, os padrões que são utilizados para a infraestrutura que será projetada. No caso de uma rodovia, deve-se analisar qual a classificação em que esta via se encontra. Há padrões que são fornecidos para determinar a velocidade de projeto, além da largura que a via irá possuir, acostamentos, rampas e assim por diante (HOEL, 2011).

2.2.2.1 Projeto Geométrico da Rodovia

As principais características das rodovias são definidas mediante a sua classe, que é definida com base no volume diário médio (VDM) correspondente ao 10º ano após a abertura do tráfego. Conforme demonstrado na Tabela 1, as rodovias estaduais são divididas nas classes 0, I-A, I-B, II, III e IV, onde há um maior padrão técnico e controle de acesso na rodovia de classe 0, reduzindo estes padrões para as classes seguintes consequentemente, conforme informado na Norma de Projetos Rodoviários do DAER (1991).

Tabela 1 – Classes de projeto para rodovias estaduais

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS	VDM ₁₀
0		Via expressa controle total de acesso	A classificação técnica nesta classe depende de decisão administrativa
I	A	Pista dupla	> 9000
	B	Pista simples	3000 - 9000
II		Pista simples	1500 - 3000
III		Pista simples	300 - 1500
IV		Pista simples	< 300

Fonte: DAER (1991).

Além das rodovias estaduais, existem as rodovias vicinais, que definem sua classe com base no VDM que existe no ano de abertura do tráfego, conforme informado na Norma de Projetos Rodoviários do DAER (1991). Na Tabela 2, estão apresentadas as classes para rodovias vicinais, sendo divididas em A, B, C e D, tendo as classes A e B as mesmas características técnicas da rodovia estadual Classe III, mudando apenas a largura da pista para a Classe B. Esta diferenciação acontece, pois, as rodovias de classe A poderão futuramente fazer parte da malha viária estadual, enquanto a classe B englobam os trechos terminais, que são isolados a uma localidade ou ligação.

Tabela 2 - Classes de projeto para rodovias vicinais

CLASSES DE PROJETO	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	
	VDM	LARGURA DA PISTA
A	> 200	7,00 m
B	> 200	6,00 m
C	100 - 200	6,00 m
D	50 - 100	6,00 m

Fonte: DAER (1991).

Como a rodovia analisada se trata de uma vicinal, será dada maior atenção aos valores utilizados para projeto de rodovias deste tipo.

2.2.2.2 Velocidade Diretriz e Velocidade Operacional

Para Senço (2008), a velocidade diretriz se trata da velocidade utilizada para a determinação do projeto geométrico da via. No entanto, para a definição da velocidade, se faz necessário um estudo minucioso sobre todos os elementos que fazem parte daquele ambiente. Posteriormente, esta velocidade determinada será a máxima que poderá ser utilizada na via, para que esta seja percorrida com segurança (DNIT, 2009).

A velocidade diretriz da via (dada em km/h) será definida com base na classe da rodovia, conforme informado na Tabela 3, sendo que esta acaba definindo o greide máximo, raio mínimo de curvatura horizontal, distância de ultrapassagem, etc. (DAER, 1991).

Tabela 3 - Velocidade diretriz para rodovias vicinais (km/h)

CLASSES DE PROJETO	RELEVO		
	PLANO	ONDULADO	MONTANHOSO
A e B	80	60	40
C e D	60	40	30

Fonte: DAER (1991).

2.2.2.3 Distância de Visibilidade

A distância de visibilidade possui dois fatores a serem abordados: a distância de visibilidade de parada e a distância de visibilidade de ultrapassagem. Ambas são responsáveis por fornecer um espaço seguro de visão para que o condutor do veículo possa realizar as manobras necessárias com a devida segurança (DAER, 1991).

Para a velocidade de parada, são adotados dois valores em função da velocidade diretriz da via: um é o valor desejável para que o motorista possa realizar

a manobra em segurança e o outro é o valor mínimo para que isso ocorra, conforme informado na Tabela 4.

Tabela 4 - Distância de visibilidade de parada (m)

VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA (m)	30	45	60	75	90	110	130	155	205
MÍNIMA DESEJÁVEL (m)	30	45	65	85	110	140	175	210	310

Fonte: DAER (1991).

Na distância de visibilidade de ultrapassagem, a intenção é proporcionar um espaço seguro de ultrapassagem. Quanto maior for a velocidade diretriz da via, maior será essa distância, conforme demonstrado na Tabela 5, o que faz com que o condutor possa observar com mais facilidade se há ou não segurança para realizar a ultrapassagem (DAER, 1991).

Tabela 5 - Distância de visibilidade de ultrapassagem (m)

VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM (m)	180	270	350	420	490	560	620	680	740

Fonte: DAER (1991).

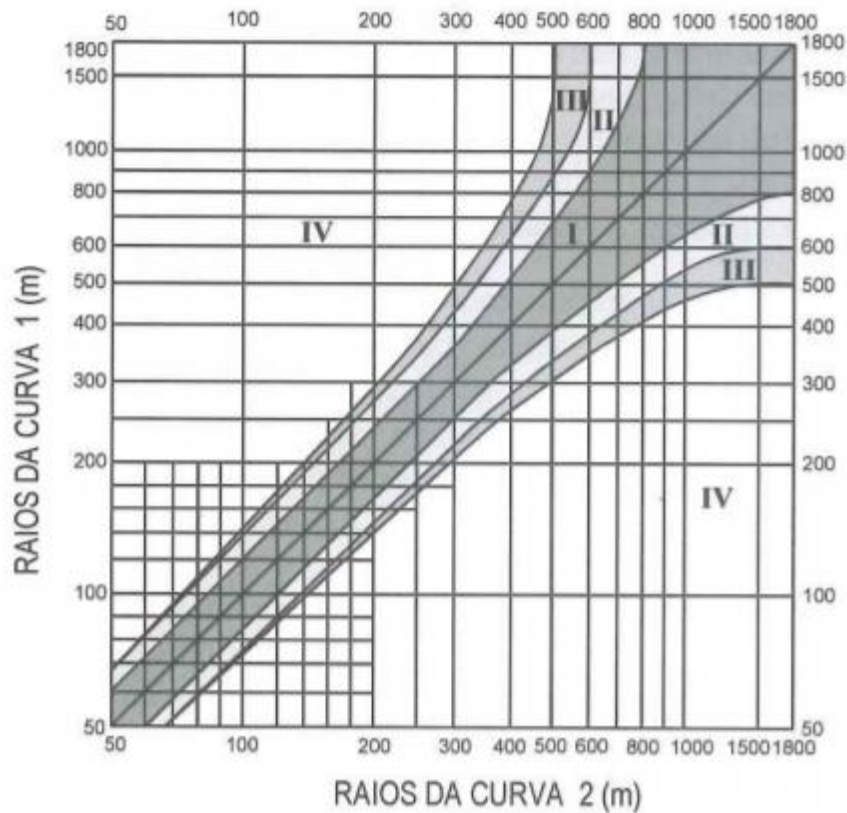
Segundo Santos (2014), a visibilidade de ultrapassagem, aliada à sinalização vertical e horizontal informando onde é proibida a ultrapassagem, são os principais fatores para que o condutor do veículo decida realizar a manobra. Além destes pontos, a altura de visão do condutor e do objeto observado também são fatores a serem levados no momento do projeto.

2.2.2.4 Concordância Horizontal

Na ligação entre dois trechos em tangente, existem três tipos de concordância que são utilizados em projetos rodoviários, sendo estes: curva circular simples, curva circular composta e a combinação de curvas de raios variáveis com curva de raio constante. Estas curvas deverão ter, de maneira desejável, um inter-relacionamento

entre si, evitando que ocorram variações abruptas entre os raios de curvatura, o que acarreta em circunstâncias não naturais para o motorista, confundindo-o e surpreendendo-o. Quando possível, é orientado seguir um critério desejável, que pode ser observado na Figura 2, usada para orientar na escolha de raios de curvas sucessivas, onde se pega o valor do raio da primeira curva e cruza-se com o raio da segunda curva, verificando assim a zona onde o ponto de encontro irá se encontrar (DNER, 1999).

Figura 2 – Critérios para escolha de raios de curvas



Fonte: LEE (2015).

Sendo:

ZONA I – Sucessão desejável;

ZONA II – Sucessão boa;

ZONA III – Sucessão aceitável;

ZONA IV – Sucessão a evitar quando possível;

Ainda, segundo DNER (1999), por mais que seja desejável utilizar os critérios acima, acontecem diversos casos onde não é possível aplicá-los, tendo que se

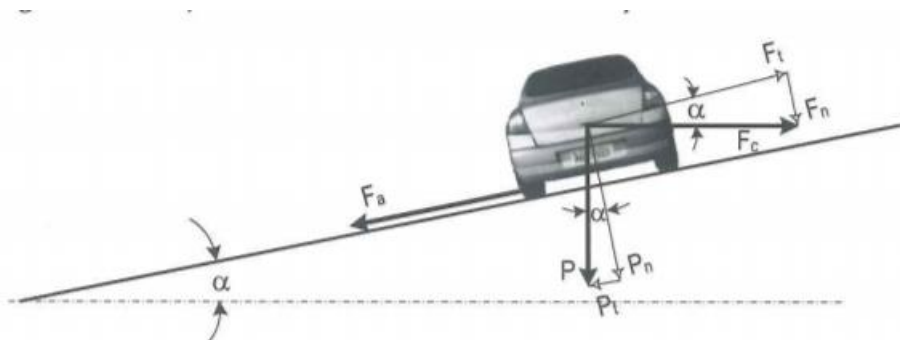
adaptar ao ambiente em que se está inserindo a rodovia, e sua paisagem ou traçados já existentes.

Segundo Lee (2015), os raios de curvas consecutivas devem sofrer alterações pequenas, sendo a passagem de zonas de raios grandes para pequenos realizados de forma gradual, sem oferecer desconforto ao motorista.

2.2.2.5 Raio Mínimo

Para curvas horizontais, o primeiro componente a ser analisado será o raio mínimo da curva, visto que este rege a força centrífuga que irá ser exercida sobre o veículo. Como a força centrífuga irá deslocar o veículo para a parte externa da curva, é necessário que o atrito do pneu com a pista, junto com força obtida da inclinação para dentro que a pista sofre, garanta que o veículo permaneça na sua faixa de rolamento. O raio mínimo é o responsável para que estes fatores sejam suficientes para manter o veículo estável e seguro. Visto isso, torna-se necessário, quando o fator de atrito do veículo não for suficiente para conter a força centrífuga, que seja realizada uma inclinação na seção transversal da curva, fazendo com que o peso próprio do veículo se torne um fator que colabore para alcançar este equilíbrio. Esta inclinação é denominada superlevação (SENÇO, 2008). A Figura 3 apresenta os componentes das forças atuantes sobre o veículo ao ser conduzido para realizar uma curva, o peso do veículo (P), a força centrífuga (F_c) e a força de atrito (F_a).

Figura 3 - Equilíbrio de forças em curva



Fonte: DNER (1999).

Assim, conforme Senço (2008), levando-se em consideração a velocidade diretriz, o coeficiente de atrito e a superelevação máxima, é possível definir valores

de raio mínimo. Estes são apresentados na Tabela 6, referentes aos raios mínimos em curvaturas horizontais para rodovias vicinais.

Tabela 6 - Raios mínimos de curvatura horizontal

$e_{\text{máx}}$	V (km/h)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	120
6%	25	55	90	135					
8%		50	80	125	170	230			
10%				115	155	210	265	345	540

Fonte: DAER (1991).

García (2008) esclarece que curvas com raios maiores apresentam uma quantidade menor de acidentes, comparados a curvas de raios menores que 100 metros. Também saliente que uma elevada oscilação no raio de curvaturas em sequência, reduz a segurança da via, sendo considerado um dos principais fatores aliados a ocorrência de acidentes.

2.2.2.6 Curva Horizontal Circular e de Transição

As curvas horizontais, assim como as verticais, são projetadas de forma a proporcionar a sobreposição da rodovia no terreno, buscando uma menor movimentação de terra (cortes e aterros) assim como a fluidez do traçado. Considerando esses aspectos, os raios das curvas são determinados para criar uma suavidade em seu traçado, sem que seja necessária grande movimentação de terra para a construção da rodovia (LEE, 2015).

No projeto de uma rodovia terá a necessidade da utilização de curvas horizontais circulares e de transição em diversos pontos da via, visto a necessidade de adaptar o traçado ao ambiente em que a via será inserida. Para estas curvas, em função da velocidade, deverão ser definidas as suas superelevações (CORRÊA, 2016).

Já para as curvas de transição, ao passar de um trecho em tangente para uma curva circular, um veículo terá a necessidade de realizar um trajeto de rota variável. A mudança de direção e aumento ou redução da força centrífuga não poderá ser realizado instantaneamente, devendo assim haver uma curva de transição bem projetada, para que possa ser realizada uma trajetória natural. Esta curva de transição deverá fornecer uma passagem normal com a utilização da superelevação, para acomodar a curva circular (DNER, 1999).

2.2.2.7 Comprimento de Transição e Desenvolvimento em Espiral

Segundo Lee (2015), o desenvolvimento espiral também conhecido como comprimento da curva de transição (L_c), o qual se trata do trecho antes de entrar na curva circular. Este comprimento de transição deve propiciar uma condição confortável para que haja a transição da tangente para a curva e posteriormente a saída da curva circular para a tangente. Comprimentos pequenos acabam não fornecendo a transição da maneira desejada, visto que a passagem ocorreria de forma abrupta.

A Norma de Projeto Geométrico do DAER (1991) coloca que o comprimento de transição deverá ser calculado com base na Caderneta de Campo do Pacheco de Carvalho, que informa que este valor deva ser múltiplo de dez, onde o mínimo recomendado deve ser de 40 metros. Porém, fica a critério do projetista o valor a ser adotado de L_c , para que haja suavidade na entrada da curva (PACHECO DE CARVALHO, 19--)

2.2.2.8 Ângulo Central

O ângulo central de uma curva circular, também é numericamente igual à deflexão da curva, visto que as retas que limitam estes ângulos são perpendiculares entre si. Para a definição geométrica da curva, deve ser adicionado o raio da curva, e quanto maior este raio, maior será o conforto dentro da curva, tornando-se assim mais suave (LEE, 2015).

Não será necessário realizar curvas horizontais se o ângulo central for menor de 5°, porém, deverá ser evitado ao máximo ter-se um traçado com ângulos tão pequenos de curva (DNER, 1999)

2.2.2.9 Acostamento

Os acostamentos desempenham aplicações variadas em uma rodovia, tendo influência direta com melhorias na condição operacional, auxiliando na capacidade e na segurança da via. Apesar disso, os acostamentos têm sido realizados de forma incorreta, além de serem omitidos em diversos casos, por motivo de economia. Todas as normas de projeto viário brasileiras propõem que as rodovias necessitam ter acostamentos (OLIVEIRA, 2017).

Os acostamentos também se tratam de uma área utilizada para a parada e estacionamento dos veículos, que pode ajudar como uma faixa extra de rolamento em casos que possam ocorrer alguma emergência. Além disso, é um contribuinte para a proteção do pavimento em si, visto a distribuição dos esforços que este absorve. Também serve como um local onde podem trafegar pedestres e ciclistas quando a via não conter um local adequado para esta finalidade, melhora a visibilidade nas curvas horizontais, ajuda na drenagem da pista e cria um espaço para veículos desviarem e evitarem acidentes (PIMENTA, 2004).

O DAER (1991), adota os seguintes valores para a largura dos acostamentos em rodovias vicinais, conforme informado na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 - Largura dos acostamentos externos (m)

CLASSE DE PROJETO	REGIÃO		
	PLANA	ONDULADA	MONTANHOSA
A	1,00	1,00	1,00
B	1,00	1,00	1,00
C	0,50	0,50	0,50
D	-	-	-

Fonte: DAER (1991).

2.2.3 Sinalização

A sinalização viária se trata de instrumentos que possuem a atribuição de informar, orientar e guiar o condutor pela via na qual se encontra. Estes equipamentos conseguem proporcionar segurança de maneira mais efetiva ao tráfego, motoristas e pedestres. A sinalização trabalha como uma conexão entre o motorista e a via em que aquele está trafegando (DOMÍNGUEZ, 2016).

Segundo Da Silva et al. (2013), os sinais de trânsito são os responsáveis por determinar as regras de uso da via em tráfego. São elas que ditarão o que poderá ser feito na via, sendo capaz de informar ao condutor quando este estiver em áreas perigosas ou até mesmo quando estiver realizando ações inadequadas. Possuem este propósito, pois são equipamentos fáceis de serem avistados pelos motoristas, facilitando o entendimento da via em questão, para que os indivíduos possam trafegar dentro dos limites e com segurança.

A sinalização de trânsito tem avançado com o passar do tempo de maneira regular, visto que há um aperfeiçoamento quanto aos materiais que são empregados, além do processo de instalação, que tem sido melhorado. Com o passar do tempo, os usuários entenderão de uma maneira melhor a importância da sinalização em uma via, assim como respeitarão o quanto estas têm importância para a integridade e segurança das viagens (SENÇO, 2008).

Castilho (2009) coloca que a sinalização de trânsito engloba os seguintes elementos básicos: placas, marcas, luzes, gestos, sons, marcos, barreiras, e dispositivos auxiliares. O autor também ressalta que a idealização do projeto de sinalização da via deve analisar a compreensão que os usuários da via possuem sobre ela, para assim garantir que os sinais sejam verdadeiramente efetivos. Devendo esta sinalização respeitar o Código de Trânsito Brasileiro, tendo apenas a sinalização necessária e de forma clara, fazendo com que os condutores tenham fácil entendimento daquilo que realmente possui relevância, além de condizer com a situação existente no local, passando confiança, sendo chamativa para facilitar a sua visualização, estando posicionada e de maneira limpa, além de bem conservada e sem elementos em sua frente interferindo a visão.

A sinalização rodoviária é classificada em dois grandes grupos, que são: sinalização vertical e sinalização horizontal. A sinalização vertical se trata às instalações de placas, pódios, etc. A sinalização horizontal abrange as pinturas sobre a faixa de rolamento, tachões e tachas, entre outros (PESSOA JÚNIOR, 2014).

2.2.3.1 Sinalização Vertical

Segundo o Manual de Instruções para Sinalização Rodoviária do DAER (2013), a sinalização vertical tem o objetivo de coordenar o trânsito de forma visual por meio de placas e painéis instalados junto às faixas de trânsito ou em posições ao lado da via. Também tem a função de informar sobre como a via deve ser utilizada, mostrando suas limitações, além das obrigações e proibições que o motorista deve respeitar enquanto usa a via. Além do mais, deve avisar quando haverá mudanças bruscas de traçado da via, assim como a passagem de pedestres e locais escolares. Deve indicar, ainda, distâncias, pontos de interesse aos condutores, entre outras informações relevantes para que o motorista seja esclarecido quanto à decisão a ser tomada. Por fim, deve educar os motoristas para que estes trafeguem pela via de maneira correta, reduzindo seus riscos e dos demais pedestres que utilizam a via.

Na sinalização vertical, existem três tipos de sinais, sendo eles: regulamentação, advertência e indicação. Neste trabalho, serão analisados apenas os sinais de regulamentação e advertência.

2.2.3.1.1 Sinalização de Regulamentação

Segundo o CONTRAN (2007), são as placas de sinalização que tem por função orientar quanto às condições, proibições, obrigações e restrições do uso da via. São placas que sempre devem ser obedecidas com rigor, visto que demonstram fatores de risco ao condutor. Essas placas têm, em sua maioria, formato circular, com as cores vermelho, preto e branco, ficando apenas a placa triangular de “dê a preferência” como exceção, conforme ilustrado na Figura 5. Estas placas podem ser

pintadas, retrorrefletivas, luminosas ou iluminadas. Porém, em vias que não possuem iluminação pública, ainda mais se for de velocidade elevada, devem obrigatoriamente ser retrorrefletivas, luminosas ou iluminadas, para que o condutor do veículo as enxergue assim que a luz propiciada pelo farol do veículo encontrar a placa.

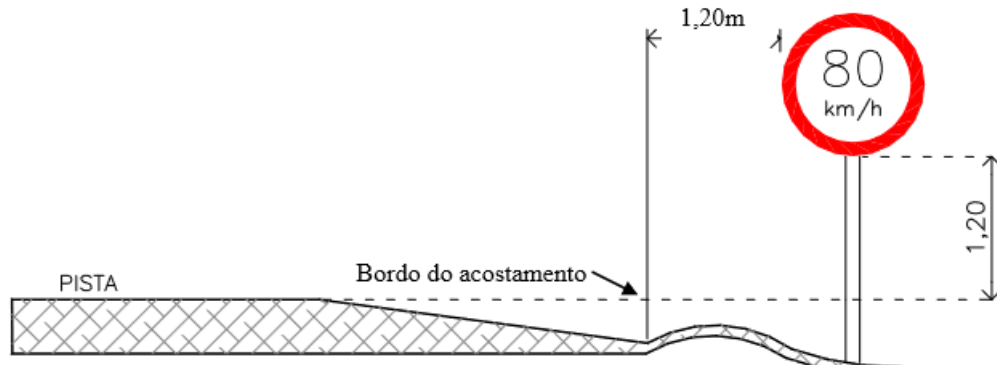
Figura 5 – Sinalização de regulamentação



Fonte: CONTRAN (2007).

Os sinais de regulamentação geralmente devem ser posicionados ao lado da margem direita da via, estando em uma distância segura da faixa de rolamento. Contudo, devem estar dentro do campo de visão do motorista, voltados de frente ao fluxo de deslocamento de veículos (DNIT, 2010). Na Figuras 6, está demonstrada a posição da placa em relação à distância do acostamento, e no caso de não houver acostamento, a mesma distância deve ser respeitada tendo como base a faixa de rolamento, assim como a altura da placa.

Figura 6 - Posicionamento dos sinais de Regulamentação – Pista sem acostamento



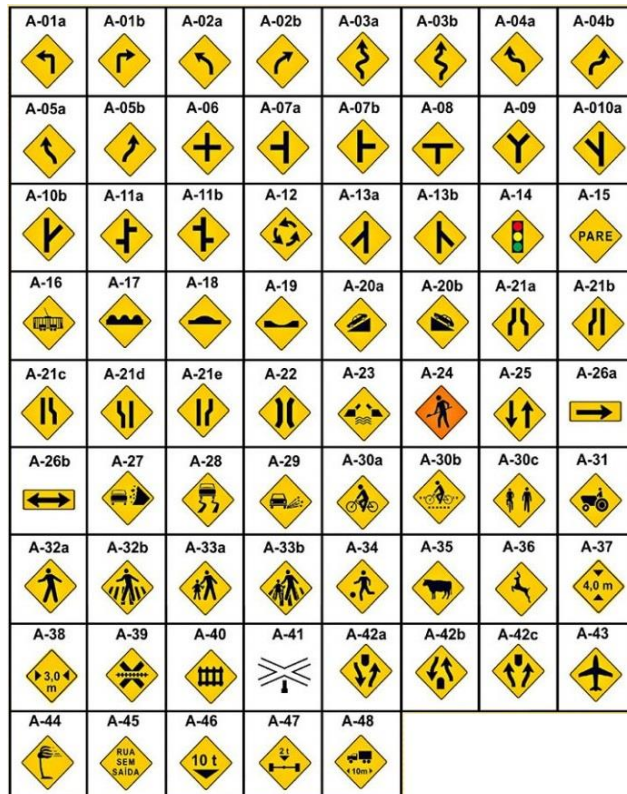
Fonte: DAER (1991).

2.2.3.1.2 Sinalização de Advertência

Conforme o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN (2007), a sinalização vertical de advertência tem a função de atentar os usuários quanto aos perigos, obstáculos ou restrições que aparecem na via, apresentando as situações que irão ser encontradas no caminho que está por vir, que podem ser permanentes ou eventuais, sendo estes tipos de placas demonstradas na Figura 7. Deve ser utilizada sempre que o perigo não se evidencie por si só. Esta sinalização, geralmente, tem o intuito de fazer com que o condutor reduza a sua velocidade, propiciando uma maior segurança, visto que estas placas irão advertir quanto ao perigo da via.

O referido manual ainda coloca que as placas de advertência podem ser pintadas, retrorrefletivas, luminosas ou iluminadas. Todavia, em vias que não possuem iluminação pública, ainda mais se for de velocidade elevada, essas placas, obrigatoriamente, têm de ser retrorrefletivas, luminosas ou iluminadas para que o condutor do veículo as enxergue assim que a luz propiciada pelo farol do veículo encontrar a placa. A sua dimensão deverá ser de 0,80 x 0,80 m onde a velocidade da rodovia for menor ou igual a 60km/h, 1,0 x 1,0 m onde for entre 60km/h e 100km/h e 1,20 x 1,20 onde for velocidade maior que 100km/h.

Figura 7 – Sinalização de advertência

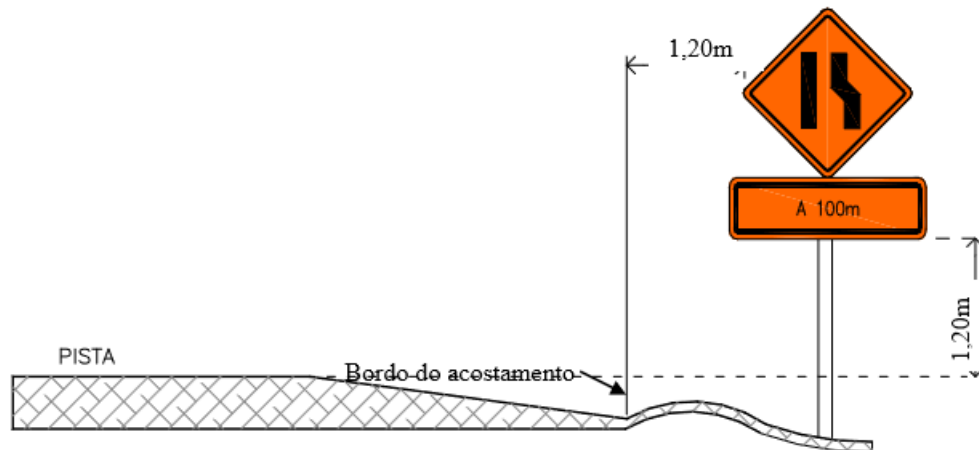


Fonte: CONTRAN (2007).

Segundo o DNIT (2010), essas advertências acabam exigindo maiores cuidados por parte dos motoristas, além de propiciar reações mais intensivas, visto que estas placas buscam prevenir desde um estado simples de alerta, como também situações que podem acontecer eventualmente e adoção de manobras mais complexas, como redução de velocidade, ou até mesmo a parada do veículo. Isso será bem explorado neste trabalho, uma vez que um dos pontos principais do mesmo será o estudo da geometria da via e de suas curvas bruscas.

Os sinais de advertência geralmente devem ser posicionados ao lado da margem direita da via, estando em uma distância segura da faixa de rolamento. Contudo, devem estar dentro do campo de visão do motorista, voltados de frente ao fluxo de deslocamento de veículos (DNIT, 2010). Na Figuras 8, está demonstrada a posição da placa em distância do acostamento, e no caso de não houver acostamento, a mesma distância deve ser respeitada tendo como base a faixa de rolamento, assim como a altura da placa.

Figura 8 - Posicionamento dos sinais de Advertência – Pista sem acostamento













Fonte: DAER (1991).

A aplicação desse tipo de sinalização deve ser feita após um estudo de engenharia, que deve levar em consideração os aspectos da via: físicos, geométricos, operacionais, ambientais, dados estatísticos de acidentes, uso e ocupação do solo lindeiro. A decisão quanto a colocação de uma placa de advertência ou não irá depender de uma avaliação detalhada do local e do comportamento dos usuários da via (CONTRAN, 2007).

Como um dos enfoques deste trabalho são as curvas horizontais durante a via em questão, as placas de sinalização de advertência e as curvas horizontais terão um maior enfoque. Segundo o CONTRAN (2007), este grupo de placas são divididos em dois subgrupos, conforme Figura 9.

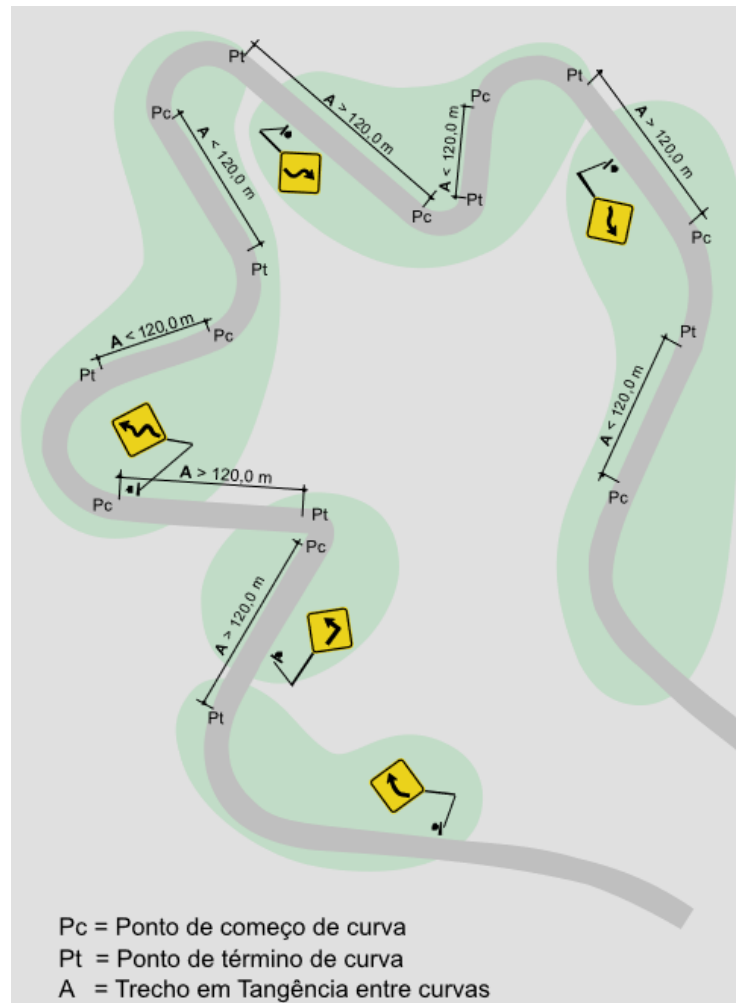
Figura 9 - Placas de Sinalização – Curvas Horizontais

Agrupamento de curvas	Distância entre curvas (comprimento da tangente)	Como sinalizar	Tipo de curva	Código do Sinal	Sinal
Curvas isoladas	$\geq 120,0$ m	isoladamente	curva acentuada	A-1a	
				A-1b	
			curva	A-2a	
				A-2b	
Seqüências de curvas	< 120,0 m	conjuntamente	pista sinuosa	A-3a	
				A-3b	
			curva acentuada em "S"	A-4a	
				A-4b	
			curva em "S"	A-5a	
				A-5b	

Fonte: CONTRAN (2007).

O CONTRAN (2007) ressalta que esse tipo de placa é de uso obrigatório em vias rurais, vias de trânsito rápido ou vias arteriais com baixa ocupação lindeira, onde é empregada uma velocidade que se torna perigosa para a curva. Essa sinalização também é utilizada em vias urbanas, nas quais há uma visibilidade prejudicada, que acaba fazendo com que o traçado da pista não seja facilmente identificado. Na Figura 10 podemos observar exemplos de configurações de curvas isoladas e de curvas em sequência.

Figura 10 - Exemplos de curvas isoladas e em sequência



Fonte: CONTRAN (2007).

Conforme o CONTRAN (2007), as curvas horizontais deverão sempre ser empregadas onde está por vir uma curva horizontal nas vias onde a velocidade de aproximação fará com que o condutor realize uma manobra que possa acabar lhe colocando em perigo. O DNIT (2010) ressalta que a utilização destes sinais deverá ser a partir de um estudo geométrico da via, mostrando que a velocidade de percurso recomendada para a devida curva deva ser de 45 Km/h ou de um valor entre este limite e 60 Km/h, conforme demonstrado na Tabela 9. Já a velocidade de percurso de uma curva, está associado a fatores como o raio e a superelevação da via, além da presença de ressaltos, sendo levado em consideração também o ângulo central da via.

Tabela 9 - Sinalização de curva acentuada – Fatores geométricos

Velocidade (km/h)	Raio (m)	Ângulo Central
≤ 45	$R \leq 60$	$AC > 30^\circ$
$45 \leq V \leq 60$	$60 < R < 120$	$AC \geq 45^\circ$

Fonte: DNIT (2010).

Para os sinais de curva à esquerda ou à direita, da mesma maneira que para as curvas acentuadas, devem ser empregadas em locais que estão por vir curvas horizontais, que em função da velocidade da via, possam acarretar em uma manobra que possa acabar diminuindo a segurança exposta ao condutor (CONTRAN, 2007). Para esse tipo de placa também deverá ser realizado um estudo de geometria da via, fazendo com que a velocidade de operação na curva seja entre 45 km/h a 60 km/h. Isso caso a curva não se enquadre como acentuada, ou então entre 60km/h ou 100 km/h caso a curva seja acentuada por ângulo central destacado, conforme Tabela 10 (DNIT, 2010).

Tabela 10 - Sinalização de curva – Fatores geométricos

Velocidade (km/h)	Raio (m)	Ângulo Central
$45 \leq V \leq 60$	$60 < R < 120$	$30^\circ < AC < 45^\circ$
$60 \leq V \leq 100$	$120 < R \leq 450$	$AC \geq 45^\circ$

Fonte: DNIT (2010).

As placas de sequência de curvas devem ser utilizadas quando houver a existência de duas, três ou mais curvas sucessivas durante o trajeto que está por vir durante a via, mostrando que o motorista terá de fazer manobras de cunho mais perigoso durante as próximas curvas em sequência, para que ele tenha uma maior atenção.

2.2.3.2 Sinalização Horizontal

Segundo DNIT (2010), a sinalização horizontal de uma rodovia está definida como o grupo de sinais como marcas, símbolos e legendas que são colocados sobre a superfície do pavimento e está sendo utilizado na via para fornecer a devida segurança e conforto aos usuários da via, em acordo com o projeto. De acordo com o DAER (2010), a função da sinalização horizontal é regulamentar, advertir e indicar aos condutores o que pode ser efetuado de manobras em determinados pontos da via.

Para o CONTRAN (2007), as funções da sinalização horizontal, são:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar o fluxo de pedestres;
- Orientar o deslocamento dos veículos perante as condições físicas impostas pela via, como geometria, topografia e obstáculos;
- Complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação, enfatizando a mensagem transmitida por aquele sinal;
- Regulamentar os casos previstos pelo no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Além disso, o CONTRAN (2007) reforça que a sinalização horizontal pode atuar como um controlador de fluxo, que pode ser aplicada como um auxílio para a sinalização vertical.

Segundo o DNIT (2010), a sinalização horizontal possui a função de o motorista receber informações e advertências sem que acabe tirando a sua atenção do traçado da pista, apesar da durabilidade deste tipo de sinal ser afetada pelas condições climáticas e desgaste realizado pelo tráfego sobre o seu revestimento. Também ressalta a importância deste tipo de sinalização para a organização do tráfego noturno, para aqueles que trafegarem pela via consigam identificar as delimitações da faixa de rolamento, facilitando a observação da própria pista da rodovia.

Na rodovia VRS 811 será analisada a questão dos locais onde é permitida a ultrapassagem e se estas se encontram bem sinalizadas. As linhas de proibição de ultrapassagem são colocadas onde há um risco quanto a este tipo de manobra, quando existe uma curva ou elevação que acabe interferindo na visão da via, ou quando há fatores adicionais que possam impedir a ultrapassagem, como por exemplo a aproximação de pontes ou travessias (DNIT, 2010).

As linhas horizontais que proíbem a ultrapassagem devem ter no mínimo um tamanho de 152 metros, sendo que se a zona de proibição for menor que este tamanho, a linha deve ser pintada até atingir a distância mínima. Já a linha de ultrapassagem deve ter um tamanho mínimo de 120 metros, para que os motoristas tenham tempo para observar, tomar uma decisão e efetuar a manobra de ultrapassagem (DNIT, 2010). Além disto, para a realização da ultrapassagem é necessária uma distância de mínima de visibilidade de ultrapassagem para que esta manobra possa ser segura, conforme mostrado na Tabela 11 (CONTRAN, 2007).

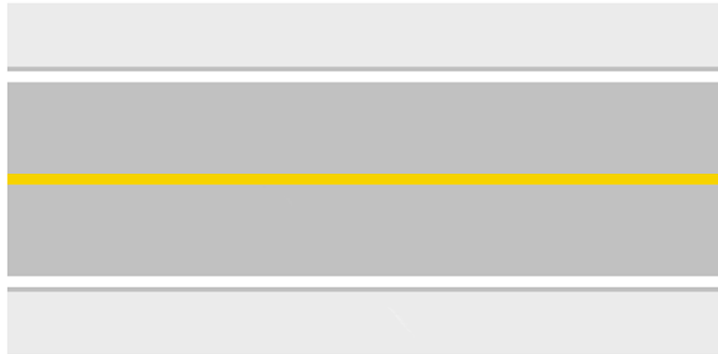
Tabela 11 - Distância de visibilidade x Velocidade

VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h)	DISTÂNCIA MÍNIMA DE VISIBILIDADE (m)
40	140
50	160
60	180
70	210
80	245
90	280
100	320
110	355

Fonte: CONTRAN (2007).

Na via em análise, há a utilização da linha simples contínua e da linha simples tracejada, tendo o poder de separar os sentidos das vias e limitar os pontos de ultrapassagem. Esse tipo de sinalização está representado pelas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Linha Simples Contínua



Fonte: CONTRAN (2007).

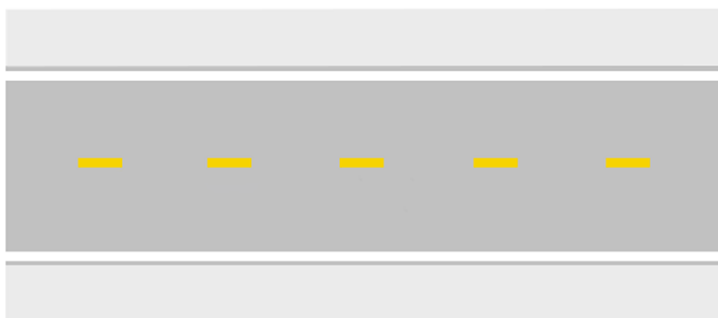
As linhas simples contínuas devem ser pintadas na cor amarela e suas dimensões devem seguir o orientado na Tabela 12, a seguir (CONTRAN, 2007).

Tabela 12 – Largura da linha simples contínua

VELOCIDADE (km/h)	LARGURA DA LINHA (m)
< 80	0,10
≥ 80	0,15

Fonte: CONTRAN (2007).

Figura 12 - Linha Simples Seccionada



Fonte: CONTRAN (2007).

As linhas simples seccionadas devem ser pintadas na cor amarela e suas dimensões devem seguir o orientado na Tabela 13 a seguir (CONTRAN, 2007).

Tabela 13 – Largura da linha simples seccionada

VELOCIDADE – v (km/h)	LARGURA DA LINHA (m)	CADÊNCIA t:e	TRAÇO (m)	ESPAÇAMENTO (m)
v < 60	0,10	1:2	1	2
		1:2	2	4
	0,10	1:3	2	6
		1:2	3	6
60 ≤ v < 80	0,10	1:2	4	8
		1:3	2	6
		1:3	3	9
		1:3	3	9
v ≥ 80	0,15	1:3	4	12
		1:3	4	12

Fonte: CONTRAN (2007).

Além da largura da pintura das linhas, o que deve ser observado é se estas possuem a refletância necessária para que sejam vistas pelos motoristas no turno da noite. A sinalização horizontal sempre deverá ser refletiva, sendo adicionados microesferas de vidro aos componentes da tinta para deixar o material com refletividade, sendo posteriormente esta refletividade medida pelo refletômetro (DAER, 2013). Para ter mais auxílio na visualização da sinalização horizontal, pode haver a opção de utilizar tachas ou tachões com materiais refletivos, que ajudam a identificar a sinalização com maior facilidade.

Conforme a Norma do DNIT (2017), o valor da retrorrefletividade das linhas horizontais deverá ser de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para as linha de cor branca, e de 80 mcd.lx⁻¹.m⁻² para a cor amarela, visto que a rodovia em análise possui uma refletividade residual, que se caracteriza pela medição após passado o período inicial da pintura das faixas.

2.2.4 Utilização de Software em análise geométrica da via

Há uma importância quanto à coleta de dados das rodovias nacionais e usando sobre estes a tecnologia para encontrar respostas rápidas e precisas sobre a infraestrutura da via, possibilitando assim, uma otimização de poucos recursos. Dessa forma, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem ganhado espaço, permitindo uma análise obter dados sobre os projetos de rodovias (BOBERMIN, 2017)

Os *softwares* utilizados no meio construtivo têm sido aperfeiçoados quanto as suas possibilidades de projeto, buscando auxiliar no desenvolvimento, independente da complexidade que este possua. Essas melhorias têm o objetivo de dar uma maior qualidade aos projetos, ajudando na otimização do tempo, de materiais e construção (GARCÍA et al. 2014).

O CAD (*Computer Aided Design*) representa a evolução na maneira de realizar um projeto, possibilitando a inserção em um ambiente virtual, através de coordenadas, pontos, linhas, textos, fornecendo a possibilidade de precisão quanto ao tamanho das peças. No início era possível realizar peças 2D e posteriormente evoluiu para 3D. No projeto viário, além do CAD ainda podem ser destacados os editores de texto e as planilhas de cálculo, como programas que auxiliam no projeto (GARCÍA et al. 2014). No entanto, o autor salienta que, apesar dos projetos viários utilizarem de programas computacionais quase em sua totalidade, a área ainda não se favorece ao máximo com o uso destas modernizações. Dessa maneira, foi dado início ao projeto do SAEPRO, que tem a intenção de melhorar o estudo do projeto de uma rodovia.

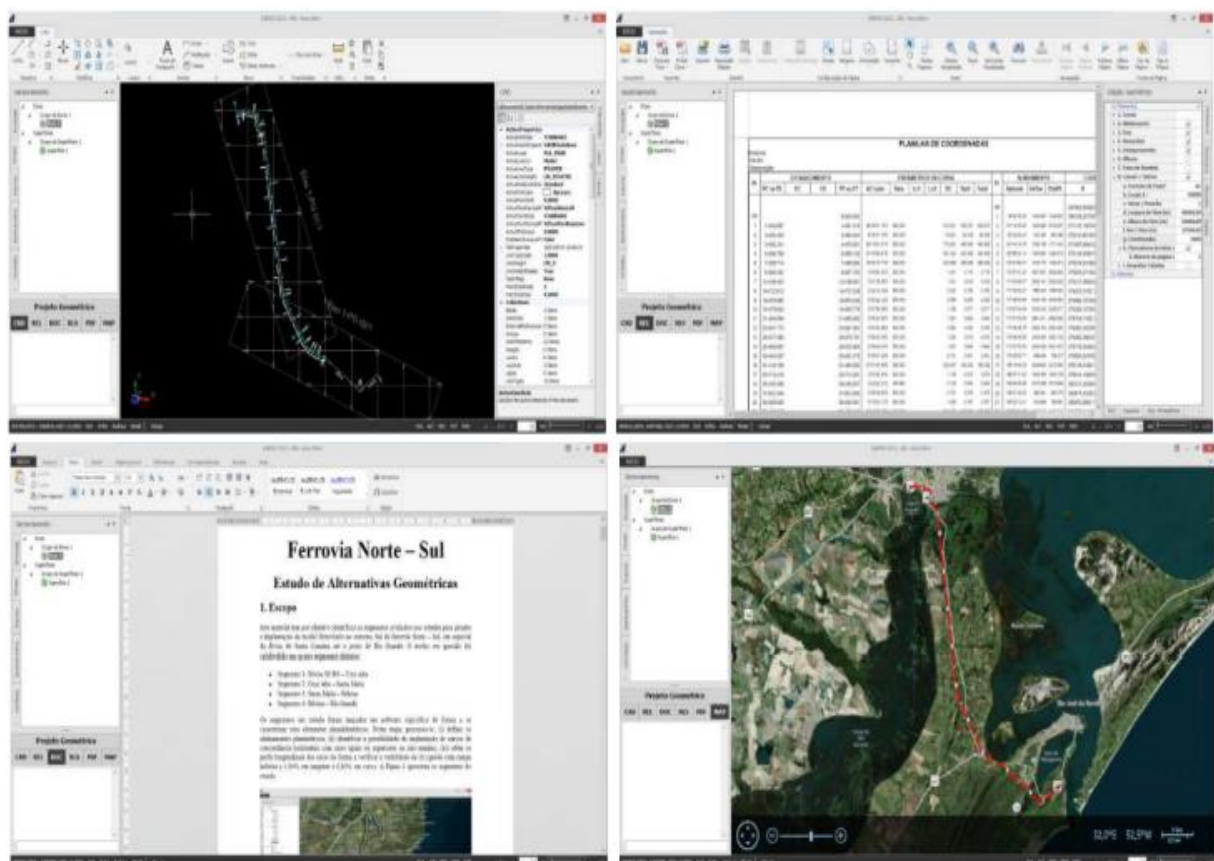
No trabalho em questão será analisado com maior ênfase o estudo do traçado por parte do *software* Sistema Avançado para Estudos e Projetos Viários – SAEPRO, fazendo assim um estudo detalhado do traçado da via. Posteriormente, será verificado se esta se encontra de acordo com a norma regulamentadora, além de analisar a questão da sinalização da via.

Esse tipo de programa acaba sendo denominado como BIM (*Building Information Model*) podendo ser traduzido para o português como “Modelo de Informação da Construção”. A utilização dele na via se assemelha a programas que

geralmente são utilizados em projetos arquitetônicos, de instalações elétricas e hidrossanitárias. Porém, este tipo de programa ainda não é usado com ímpeto nas obras de infraestrutura viária. O BIM não se trata de um *software* em específico, mas sim de uma conceitualização da virtualização dos modelos de gerenciamento de projetos e obras de engenharia (GARCÍA et al. 2014).

O SAEPRO é um programa que busca ser simples aos usuários, sendo ótimo para o mercado de trabalho, tratando-se de um sistema que facilita o seu entendimento e uso. É um *software* que possui uma interface muito limpa, que propicia essas facilidades. Foi desenvolvido para ter uma integração entre os sistemas mais fundamentais utilizados na área da construção civil, tornando possível o acesso às propriedades dessas ferramentas dentro do próprio programa, sendo assim uma maneira mais completa de fazer o projeto viário. Alguns dos dispositivos apresentados pelo *software* são o CAD, relatórios, DOC (documentos em formato doc) e MAP (mapa de georreferenciamento), sendo todos controlados pelo próprio painel da ferramenta, conforme demonstrado na Figura 13 (GARCÍA et al. 2014).

Figura 13 – Ferramentas SAEPRO



Fonte: GARCÍA et al. (2014).

Bobermin (2017) utilizou o SAEPRO para análise de uma parcela da BR-116 no Rio Grande do Sul, mostrando ser possível a obtenção dos dados geométricos de alinhamento vertical e horizontal através do *software*. Isso gera um armazenamento de banco de dados referentes à rodovia, comparando com os dados de acidentes da via e permite a criação de mapas temáticos para visualização dos dados.

Com todas essas funcionalidades, o gerenciamento de um projeto que poderia ser complexo, torna-se mais simples, diminuindo os erros humanos e auxiliando a receber as informações necessárias para projeto ou análise de uma rodovia (GARCÍA et al. 2014).

Com o referencial teórico apresentado, buscou-se o embasamento para a realização das análises e obtenção dos resultados para análise de segurança de uma rodovia, para o presente trabalho de conclusão de curso.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

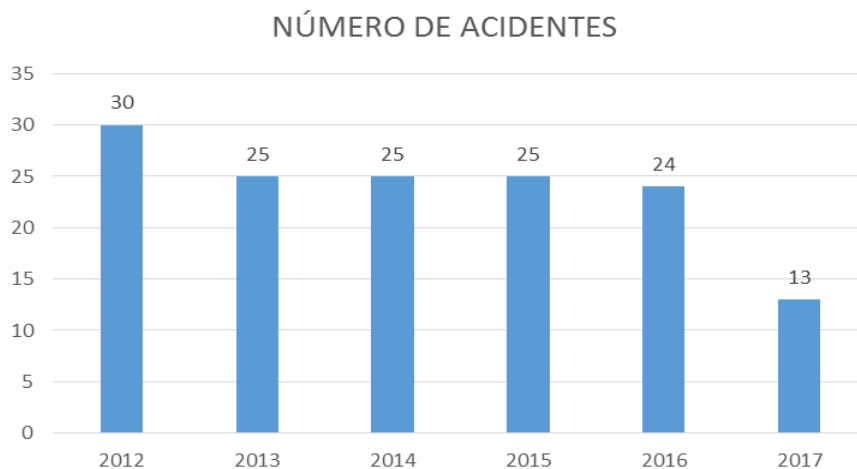
Neste capítulo será dado enfoque aos métodos utilizados para análise do traçado e da sinalização do trecho que está sendo analisado no presente Trabalho de Conclusão de Curso.

3.1 Apresentação da rodovia de estudo

Localizada no estado do Rio Grande do Sul, na região do Vale do Taquari, a rodovia analisada se encontra na cidade de Arroio do Meio. Denominada como VRS-811, é uma via que liga a rodovia ERS-130 até a comunidade chamada de Vila Forqueta e que tem uma continuação não pavimentada ligando a Vila Forqueta até o município de Travesseiro, a qual não será analisada. Tem seu início no entroncamento com a RS-130, no km 0+000, e final do local analisado na Vila Forqueta, no km 11+250.

Essa via foi escolhida devido às curvas sinuosas encontradas no local, além de ser uma via antiga, cujo projeto não foi encontrado junto ao DAER, e a quantidade de acidentes que foi relatada junto à Polícia Rodoviária Estadual, conforme Gráfico 1. Além do mais, existe uma quantidade de acidentes considerável que ocorrem sem que seja feito Boletim de Ocorrência para registro, já que em determinados momentos pode haver irregularidades por parte dos condutores.

Gráfico 1 – Acidentes registrados na VRS-811



Fonte: PRE (2018).

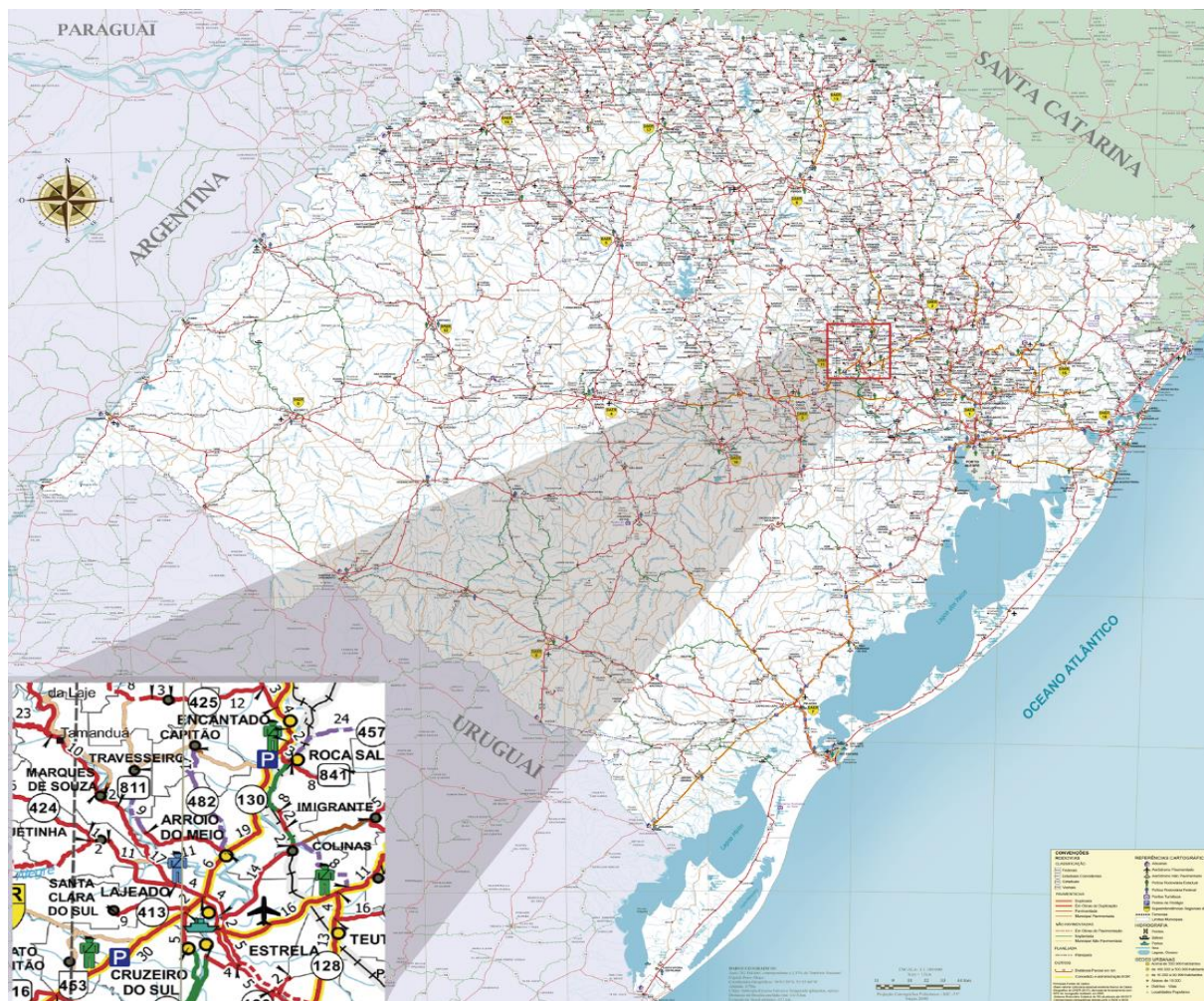
A seguir, pode-se observar a posição da via dentro do município na Figura 14 marcada em destaque pela cor vermelha. Posteriormente em destaque, a posição da via, dentro do mapa rodoviário do estado na Figura 15.

Figura 14 – Localização da via dentro do município



Fonte: Google Maps (2018).

Figura 15 – Localização da via dentro do Rio Grande do Sul



Fonte: Google Maps (2018).

O início da rodovia se apresenta em uma região urbanizada, sendo costeada por um bairro populacional, com maior predominância de residências. No entanto, no decorrer da via nota-se que a predominância se torna rural, sendo que nesta região se encontra o setor mais crítico em relação ao número de curvas com traçado de maior sinuosidade. A rodovia leva à localidade de Vila Forqueta, que possui em torno de 1.600 habitantes, dados informados a Prefeitura Municipal de Arroio do Meio e ao município de Travesseiro que possui 2.339 habitantes, conforme dados do IBGE (2018), sendo as principais atividades econômicas dos locais, a agricultura e pecuária.

Desta maneira, definiu-se o local onde será analisado o traçado por meio de auxílio do *software* SAEPRO. Percorrendo a rodovia com a utilização de um automóvel, zerou-se o odômetro para realizar a localização do trecho analisado na

via, já que a mesma não possui marcos quilométricos para identificação do estaqueamento. Assim, constatou-se que o trecho de análise ficou entre o km 5+200 e o km 8+560, que possuem uma maior incidência de curvas.

Segundo Leal (2017), para que seja realizada uma avaliação mais minuciosa da causa de acidentes de um determinado local, seria fundamental a realização de um estudo mais qualificado sobre a causa de cada acidente em questão. Mas, por uma questão de simplificação, o propósito deste estudo foi exclusivamente a característica do traçado e sinalização da via.

3.2 Determinação da Classe da Rodovia

Para definição da Classe da Rodovia, se utilizou a tabela de VDM das rodovias estaduais, disponibilizada no site do DAER. Conforme Tabela 14, o VDM encontrado para o trecho analisado foi de 842 veículos no ano de 2001, sendo este o décimo ano após a pavimentação da Rodovia.

Tabela 14 – VDM da rodovia VRS - 811

VRS	CÓDIGO	TRECHO	INÍCIO (km)	FIM (km)	VDM	MÊS	ANO
811	811VRS0010	ENTR. ERS-130 (ARROIO DO MEIO) – VILA FORQUETA	0,00	11,25	842	MAR	2001

Fonte: Adaptada do site do DAER - RS (2018).

Com os dados de VDM fornecidos pelo DAER, foi possível definir a Classe da Rodovia, com base nas Normas de Projeto Geométrico do DAER (1991). Conforme demonstrado na Tabela 15, um VDM que fique entre 300 e 1500 é qualificado como Classe de Projeto para rodovias estaduais nível III, sendo este tipo de rodovia caracterizada por pista simples.

Tabela 15 – Classes de projeto para rodovias estaduais

CLASSE DE PROJETO		CARACTERÍSTICAS	VDM10
0		Via expressa controle total de acesso	A classificação técnica nesta classe depende de decisão administrativa
I	A	Pista dupla	> 9000
	B	Pista simples	3000 - 9000
II		Pista simples	1500 - 3000
III		Pista simples	300 - 1500
IV		Pista simples	< 300

Fonte: DAER (1991).

Por ser denominada VRS, a rodovia em análise trata-se de uma via vicinal, a qual, conforme o DAER (1991), se enquadra nas classes de projeto de rodovias vicinais A e B que apresentam as mesmas características técnicas que as rodovias estaduais de classe III. A diferenciação dos dois tipos de rodovia vicinal acontece, pois, na classe A estão inclusos os trechos com possibilidade de se tornarem parte futura da malha estadual, sem constituir um trecho terminal. Já na classe B estão inclusos somente os trechos terminais, que se tratam de trechos projetados para dar acessibilidade a uma localidade ou permitir sua ligação com outra. Na Tabela 16 é possível identificar que a rodovia se encaixa nestas características, porém, acaba sendo classificada como Classe B por ser um trecho que tem como destino uma localidade, sendo ponto terminal.

Tabela 16 - Classes de projeto para rodovias vicinais

CLASSES DE PROJETO	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	
	VDM	LARGURA DA PISTA
A	> 200	7,00 m
B	> 200	6,00 m
C	100 - 200	6,00 m
D	50 - 100	6,00 m

Fonte: DAER (1991).

Pode-se identificar, desta maneira, que a diferença se dá quanto á largura da pista, que deverá respeitar o valor mínimo de 6 metros. Visto que a rodovia não possui grande quantidade de locais planos, havendo variação de altura do relevo, foi adotado para a via que esta seja do tipo ondulada, devendo apresentar raio mínimo de 125 metros, acostamento de 1 metro. Com base na Norma de projetos geométricos do DAER (1991), a velocidade para uma rodovia vicinal de Classe B deve ser de 60Km/h, a qual deve ser demonstrada aos condutores por base de sinalização de regulamentação informando a velocidade máxima a ser utilizada na via em que se está trafegando.

3.3 Análise da Rodovia

Aqui, serão demonstrados os matérias e métodos utilizados para análise do trecho analisado na rodovia VRS-811, determinando as características planimétricas e de sinalização do trecho, para posterior análise se estes atendem aos parâmetros das normas de projeto.

3.3.1 Análise dos Parâmetros Geométricos da Via

Para a verificação da largura da rodovia, foi utilizada uma trena, sendo medida de bordo a bordo) da pista, anotando-se o valor medido em planilha, para

posteriormente realizar a comparação com o que está sendo exigido por norma, que deve ser de 6 metros, conforme demonstrado no item 3.2.

O mesmo procedimento foi utilizado para os acostamentos. Com a utilização de uma trena, foi medido do bordo da pista até o final da largura de acostamento, sendo assim quantificado em planilha para posterior análise e comparação com a norma de projeto, a qual coloca que o acostamento deve ser de 1 metro, conforme o item 2.2.2.9 do referencial bibliográfico.

O raio mínimo deve ser de 125 metros, conforme o item 2.2.2.5, e foi verificado na rodovia com a utilização do *software* SAEPRO, onde foram lançados valores para que se obtivesse o mesmo traçado de cada curva, podendo assim descobrir se a rodovia possui as curvas dentro da norma e ainda se há variabilidade nos valores de raio da curva, conforme item 2.2.2.4. O mesmo serviu para o comprimento de transição, que é indicado que seja múltiplo de 10 e que tenha o valor mínimo de 40 metros, apesar de não constar na norma a proibição de valores menores do que o apresentado, conforme apresentado no item 2.2.2.7.

3.3.2 Análise do traçado existente

Neste tópico, será apresentado como foi determinado por meio do *software* SAEPRO, as características planialtimétricas (raios das curvas, sucessão de curvas, ângulo central, comprimento de transição, largura da pista e acostamento), para posteriormente analisar nos resultados, se estes valores se enquadram com a norma técnica.

Para a elaboração e análise do traçado do trecho definido da VRS-811, foi utilizado o *software* SAEPRO, o qual foi desenvolvido pela empresa CIENGE e disponibilizado por professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e permitiu que fosse realizada a análise planimétrica da rodovia que, por sua vez, permitiu verificar se esta atende aos parâmetros planimétricos exigidos por norma técnica, fornecendo conforto e segurança aos usuários que por ali trafegam.

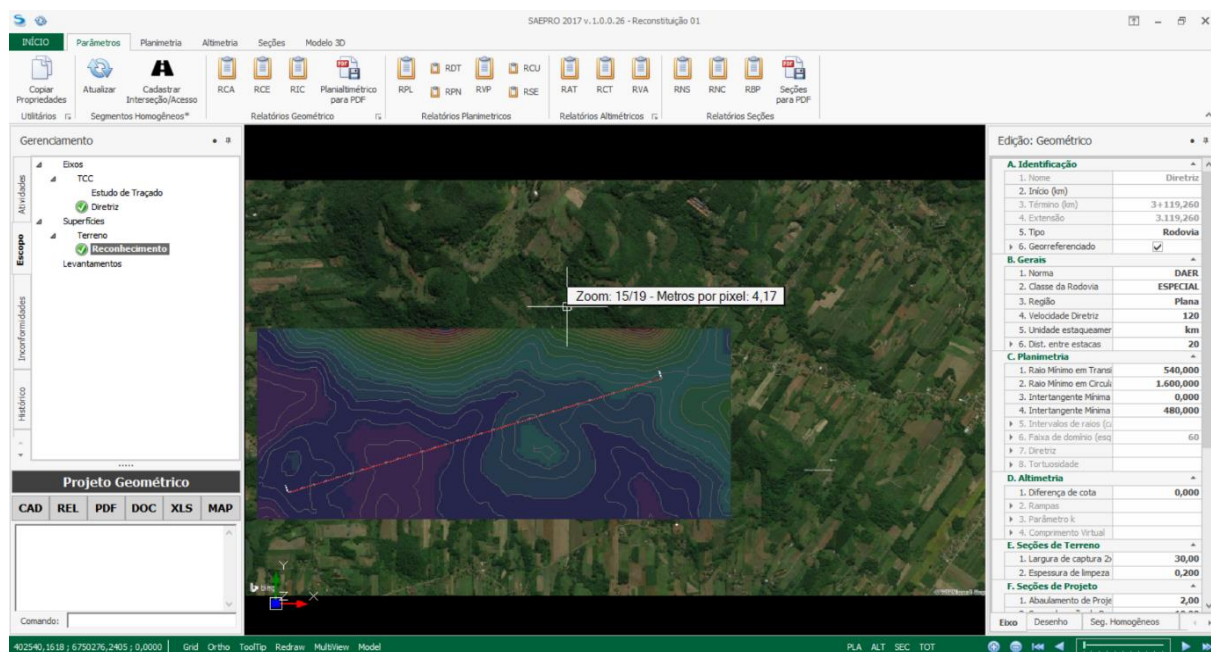
O SAEPRO permite a utilização de uma interface similar ao *software* AutoCAD, possibilitando a criação de linhas e desenhos sobre o plano desejado.

Porém, um fator relevante é a possibilidade de importar mapas ao plano de desenhos do CAD, permitindo se trabalhar diretamente sobre o traçado já existente no local. Este mapa é disponibilizado pela base de dados Bing, o qual também forneceu os dados para criação do relevo existente na superfície de estudo, fornecendo as informações em três dimensões (latitude, longitude e altitude), com a qual pôde-se gerar a malha de cotas da superfície. No entanto, os valores fornecidos de altimetria, não possuem a precisão adequada ao estudo realizado, sendo assim, a análise altimétrica não foi inserida na pesquisa.

Visto isso, o primeiro passo foi a passagem das imagens de satélite do local para a plataforma de CAD do SAEPRO. Assim, foi estabelecido o local de análise e determinados os pontos que contemplaram a área de interesse, para que fossem capturadas as imagens da região demarcada, por meio de um comando chamado “Capturar Imagem”. O programa permite a importação de mapas ou imagens de satélite de alta resolução. No presente trabalho foram analisadas imagens de satélite.

Após as imagens terem sido capturadas no CAD, foi realizado o estudo topográfico da região onde a via se encontra, sendo fornecidas as coordenadas x, y e z. Sobre a imagem de satélite, foi selecionada a área onde se analisou a topografia do local. O *software* forneceu as curvas de nível mestras, que serviram de referência para ser criado um desenho sobre a imagem de satélite, demonstrando o mapa topográfico da região, conforme ilustrado na Figura 16.

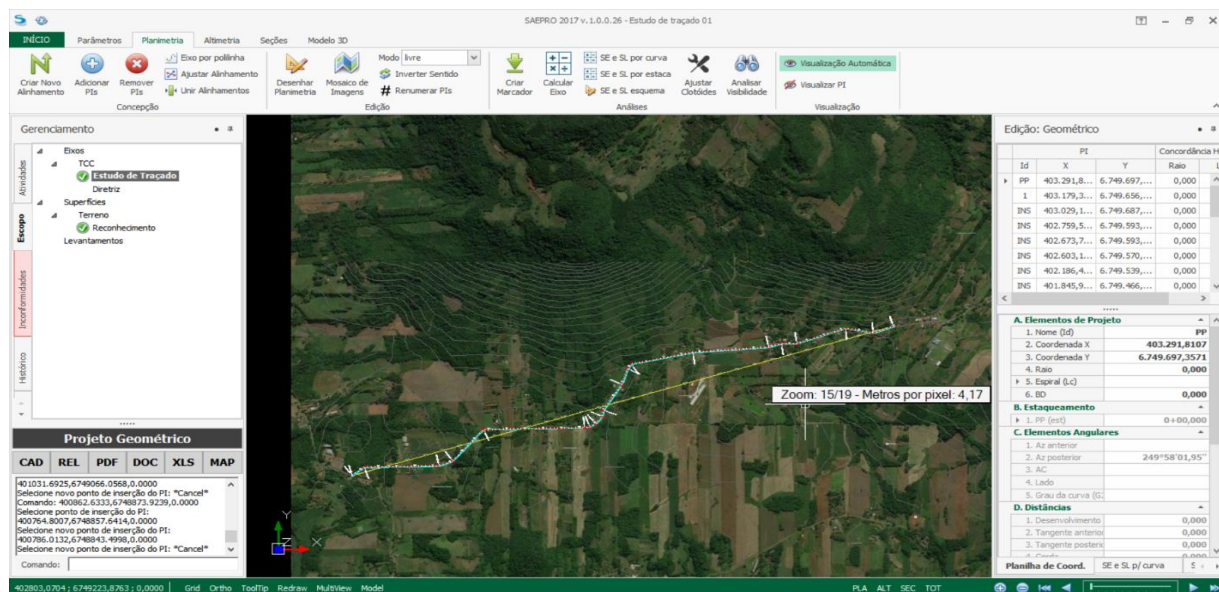
Figura 16 – Mapa de relevo no SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Depois de gerar o relevo da região, foi sobreposta novamente a imagem de satélite, deixando desenhado sobre esta, apenas as linhas de relevo, retirando-se o mapa de cores representando as cotas. Com isso, foi feita uma linha planimétrica, do ponto inicial ao ponto final. Essa linha acompanhou o traçado da via existente, de uma forma bruta primeiramente, sem ainda estar representadas as curvas geométricas da via, conforme demonstrado na Figura 17.

Figura 17 – Alinhamento planimétrico SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Após o traçado bruto definido, foram lançadas as curvas horizontais, sempre buscando-se acompanhar o traçado da via já existente. Para realização das curvas, foram colocados Pontos de Inflexão (PI) na linha de traçado da rodovia, sendo que cada PI teve a inserção de uma curva horizontal da rodovia. Para ajustar as curvas ao traçado, foram informados ao *software* os dados de Raio e de Desenvolvimento em Espiral (Lc), nas curvas com transição, para que se encontrasse o traçado mais compatível possível com o existente no local. Portanto, o lançamento dos raios de curvatura horizontal e desenvolvimento em espiral (quando fosse o caso) foram selecionados por tentativa e erro, até se chegar o mais próximo possível do cenário real, visto que não foi possível ter acesso ao projeto geométrico da rodovia.

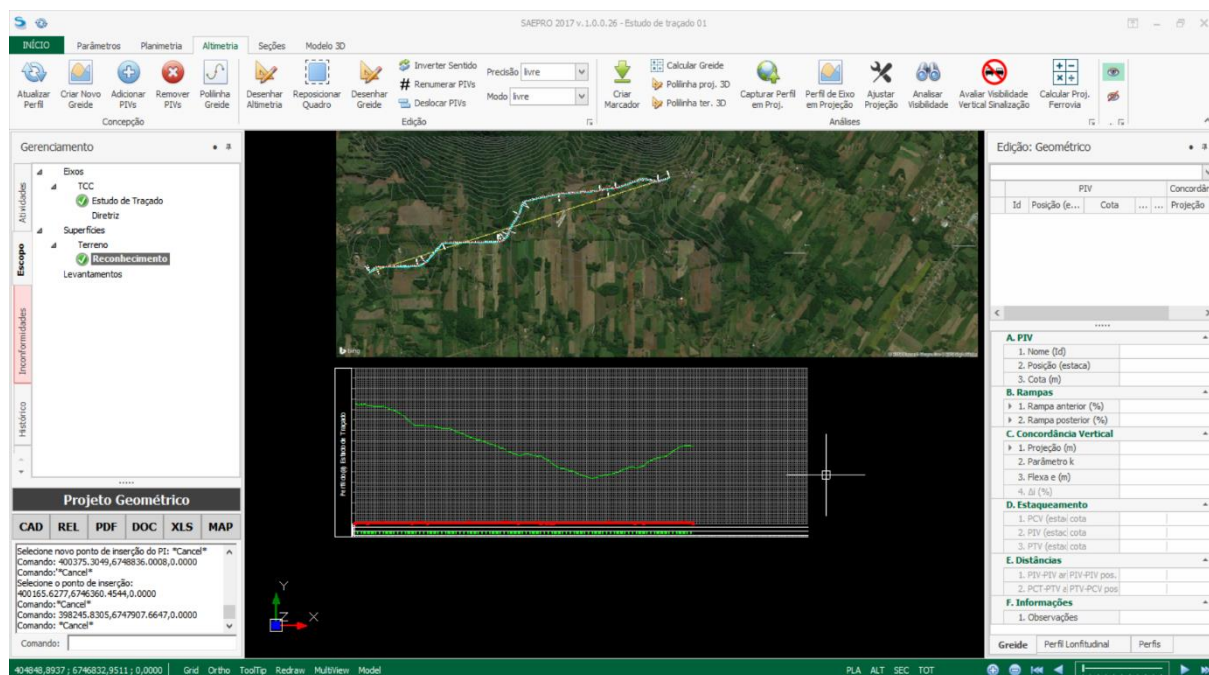
A partir do lançamento destas informações e ajuste das curvas horizontais para atender o traçado já existente, o SAEPRO forneceu os dados de comprimento de intertangentes, ângulo central (deflexão) e o desenvolvimento circular, que foram quantificados e tabelados, para que fosse possível realizar a análise dos valores e se estes estavam atendendo ao que a norma solicita para projeto.

Salienta-se que os valores obtidos no *software* não são necessariamente coincidentes com os de projeto, visto que não se pôde ter acesso ao projeto original da rodovia.

Desta forma, o SAEPRO forneceu os dados de raio que cada curvatura possui, fazendo com que fosse possível identificar se os raios, intertangentes, ângulo central (deflexão) e desenvolvimento circular estão de acordo com a norma de projetos geométricos do DAER (1991) e CONTRAN (2007).

Com o traçado da via já definido, foi gerado o perfil longitudinal da via, que demonstrou o relevo durante o percorrer da rodovia, conforme Figura 18. O SAEPRO informou a cota de cada ponto onde houver alteração de altura, dado importante para a geração das seções transversais e verificação da visibilidade de ultrapassagem posteriormente.

Figura 18 – Alinhamento greide SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Com os dados planialtimétricos foi possível verificar se a rodovia se encontra dentro de condições aceitáveis de geometria e sinalização.

3.4 Análise da Sinalização Viária

Leal (2017) ressalta que o uso inadequado da sinalização em uma rodovia pode influenciar ao erro de condutores e pedestres dentro da exigência da rodovia em que esses trafegam, podendo causar acidentes e severidades. Desta maneira, foi proposta a análise da sinalização da VRS-811 com o intuito de verificar se ela possui segurança quanto à instrução que é dada ao motorista no decorrer do percurso.

Para análise, foi realizado o estudo com embasamento na normativa do CONTRAN (2007), sendo o Volume I e Volume II para a sinalização vertical, e o Volume IV para a sinalização horizontal, além da normativa do DAER (2013).

3.4.1 Sinalização Vertical

Para a coleta dos dados da sinalização existente, o percurso foi percorrido com um veículo automóvel, fazendo-se o registro, por meio de fotografias e anotação dos dados em planilha, das placas encontradas durante o trajeto, indicando o seu modelo e sua localização na via (km + Lado Direito/Lado Esquerdo). A planilha se encontra especificada no Apêndice B.

Quanto à análise do posicionamento das placas na via, foi utilizada uma fita métrica (trena), realizando a medição da distância da placa em relação ao bordo faixa de rolamento, a distância da placa em relação ao solo, e as dimensões da placa, conforme demonstrado na Figura 19 a seguir.

Figura 19 – Medição sinalização vertical



Fonte: Do Autor (2018).

3.4.2 Sinalização Horizontal

Para a coleta dos dados da sinalização horizontal existente, o percurso foi percorrido com um veículo automóvel, sendo registrado por meio de planilha qual o tipo de sinalização se encontra em determinado trecho (linha contínua ou linha seccionada), medindo-se a distância que está de uma determinada curva ou elevação.

Para identificar o tamanho da pintura das faixas, foi utilizada uma trena, conforme demonstrado na Figura 20, comparando posteriormente com o que é apresentado em norma. A trena, também foi utilizada para medição da distância entre as pinturas tracejadas, comparando com o que é informado pela norma, verificando se estão corretas.

Figura 20 – Medição sinalização horizontal



Fonte: Do Autor (2018).

Outro fator analisado foi a retrorrefletância da sinalização horizontal. O trecho de análise foi visitado no período diurno para que fosse feita esta medição com o

uso de um refletômetro, aonde os resultados foram comparados à norma competente (ABNT, 2013). Além da refletância, foi verificada a existência de sinalização por condução óptica (tachas e tachões) no local. Com essas análises, foi possível identificar se a sinalização horizontal da via se encontra de acordo com as normativas, proporcionando segurança aos usuários da rodovia.

3.4.3 Retrorrefletância

Para análise da retrorrefletividade da sinalização horizontal, foi necessária a utilização de um refletômetro eletrônico da marca EASYLUX, modelo Clássico Horizontal, tendo este um ângulo de observação de $1,5^\circ$ e ângulo de incidência de $86,5^\circ$. Primeiramente, foi realizada a calibragem do equipamento com a utilização de uma placa retrorrefletiva, encontrando-se a o valor necessário para calibragem. Logo após este procedimento, foi realizada análise da retrorrefletância das faixas longitudinais que separam o tráfego e das linhas de bordo, conforme orientado na ABNT NBR 14723/2013.

O equipamento foi posicionado sobre a linha horizontal, respeitando o sentido de tráfego dos veículos, livre de pedras, umidade ou resíduos que pudessem comprometer a medição, conforme demonstrado na Figura 21. Este procedimento foi feito para cada uma das quatro linhas de sinalização horizontal presentes na pista.

Figura 21 – Medida da retrorrefletância



Fonte: Do Autor (2018).

A medição foi iniciada em um ponto escolhido aleatoriamente dentro do trecho de análise. Em cada ponto de medição, foram obtidas dez leituras, sendo estas espaçadas entre si. Procedimento este realizado em mais dois locais escolhidos aleatoriamente, totalizando assim três pontos de medição, para após isto, realizar a média aritmética de cada estação e linhas, separadamente, que representa a retrorrefletividade do segmento em análise. A média foi calculada realizando a soma dos valores encontrado, descontando os valores máximo e mínimo, e dividindo pela quantidade de estações menos as duas descontadas, conforme a Equação 1 a seguir:

Equação 1: Cálculo para valor de Retrorrefletância

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n - X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}}{n - 2} \quad (1)$$

Onde:

N = número de medições registradas;

X_n = enésimo valor medido;

$X_{\text{máx}}$ = maior valor encontrado entre as n medições registradas;

$X_{\text{mín}}$ = menor valor encontrado entre as n medições registradas;

Os pontos onde foram realizadas as medições, forma nas estacas de km 6 + 200, km 7 + 560 e km 8 + 200. Com o resultado obtido nestes pontos, será realizada comparação se o valor encontrado no local está cumprindo com o mínimo necessário que é estipulado por norma técnica, que deve ser de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para as linha de cor branca, e de 80 mcd.lx⁻¹.m⁻² para as linhas amarelas (DNIT, 2017).

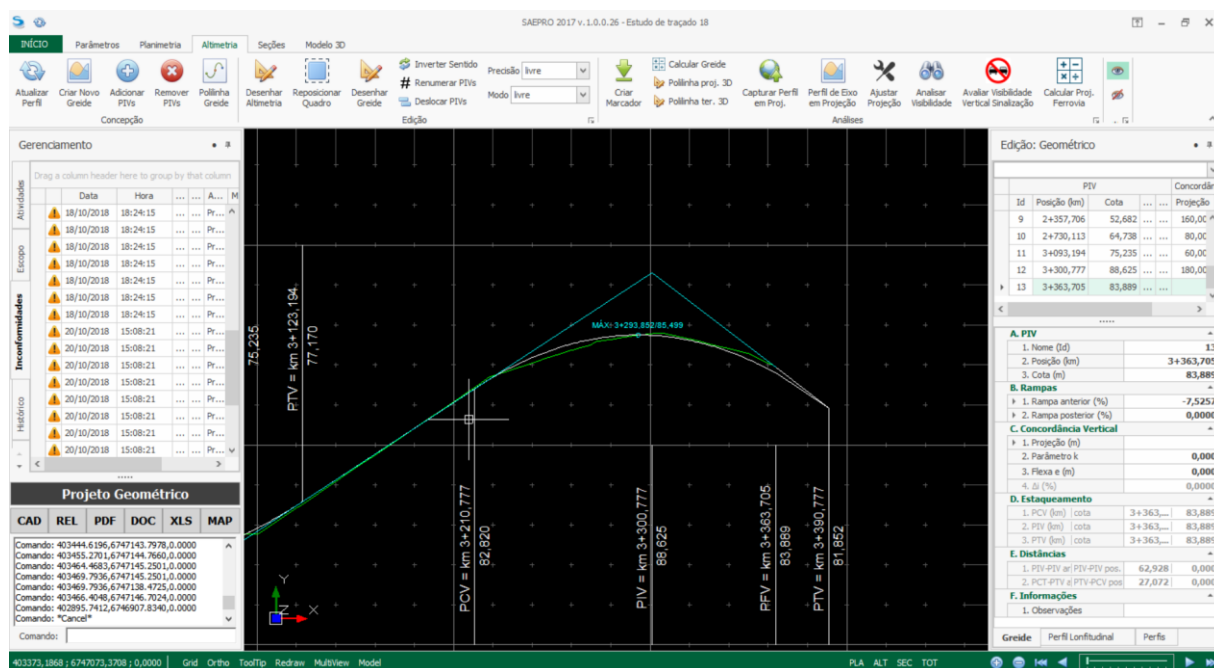
3.4.4 Análise de Sinalização SAEPRO

Com a utilização do *software* SAEPRO, foi realizado o lançamento da sinalização viária, de acordo com as normas vigentes, mas as placas inseridas são a

de maior relevância, como a de proibição de ultrapassagem (regulamentação), regulamentação de velocidade e curvas (advertência). Outras placas podem ser necessárias, como travessia de animais por exemplo, porém, neste caso seria necessária uma análise mais minuciosa do trecho, o que não foi realizado por não ser o objetivo do trabalho. Desta maneira, foi possível descobrir como deveria ser sinalizada a rodovia, para posterior comparação com a sinalização existente no local.

O primeiro passo para realização da análise da sinalização, foi verificar a visibilidade que há durante o trajeto da rodovia, tanto planimétrica quanto altimétrica. Desta maneira, primeiramente foi gerado o greide por sobre a linha de relevo do perfil longitudinal, lançando as rampas e projeções verticais e fazendo com que estas ficassem semelhantes ao disponibilizado pelo *software*. Porém, conforme mencionado anteriormente, em função da precisão da base de dados do SAEPRO, e por falta de equipamentos topográficos para determinação do relevo, o greide gerado foi realizado buscando-se a maior proximidade possível com o perfil longitudinal do terreno. No entanto, não foi possível determinar a o fator de compatibilidade do resultado obtido com a situação real. A Figura 22 apresenta a tela do programa com o lançamento do greide.

Figura 22 – Greide sobre perfil longitudinal

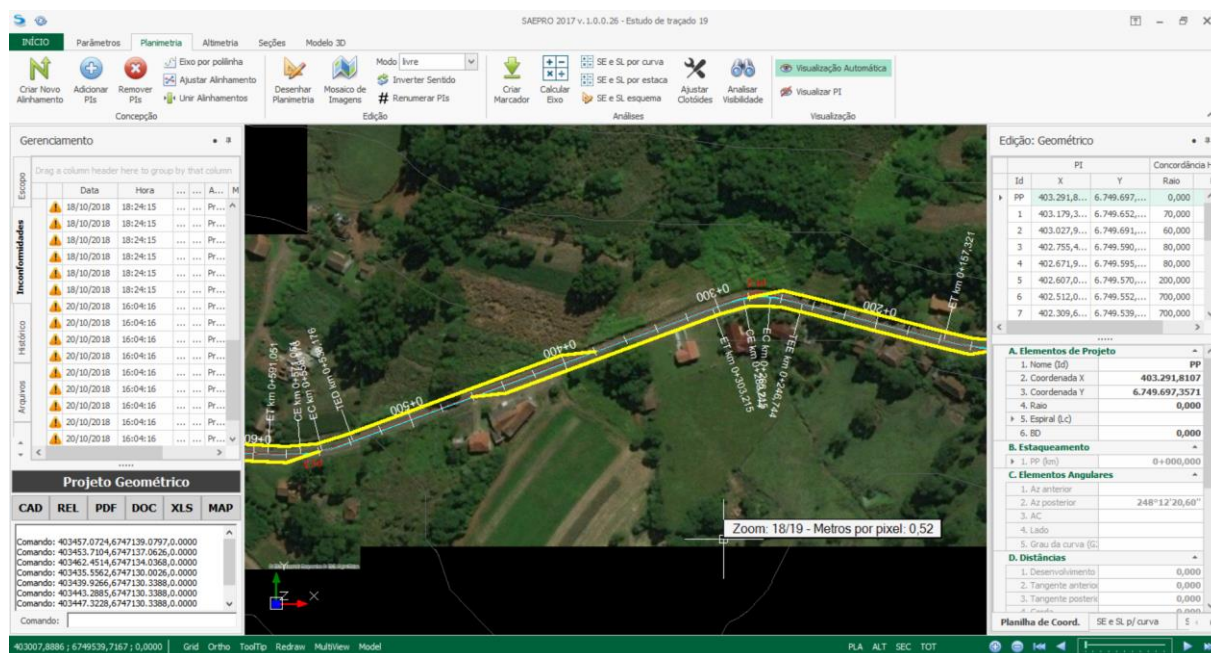


Fonte: Do Autor (2018).

Após o greide definido, o *software* realizou os cálculos de superelevação e superlargura para a planimetria e altimetria, para após isto, elaborar as seções transversais em cada estaca do traçado.

Após realizados estes procedimentos, foi solicitado que o *software* realizasse a análise de visibilidade, fazendo, assim, com que ficasse uma linha amarela sobre o traçado da rodovia para os trechos que não apresentavam visibilidade de ultrapassagem ao condutor, e sem a presença da linha amarela onde havia visibilidade de ultrapassagem ao condutor, conforme demonstrado na Figura 23.

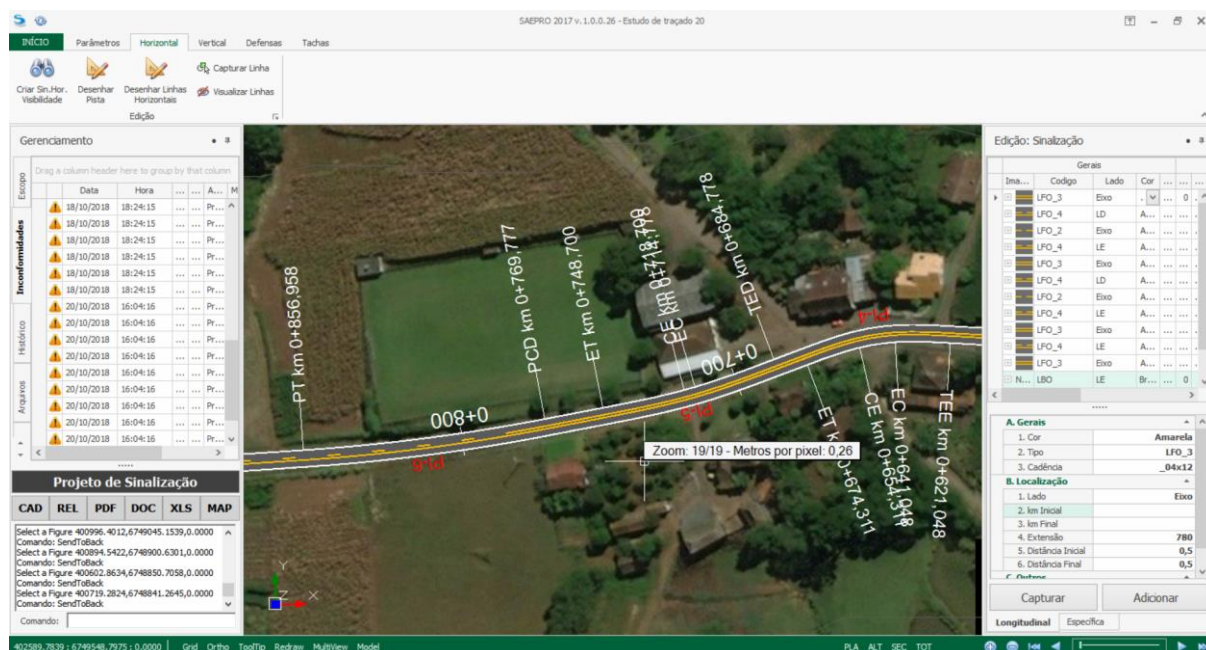
Figura 23 – Análise de Visibilidade SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Após a análise de visibilidade realizada, foi desenhada a pista por sobre o local já existente, com o tamanho definido de 3 metros por faixa de rolamento, para então serem lançadas as linhas horizontais de sinalização, realizando o comando para criação da sinalização horizontal e desenho das linhas sobre a faixa de rolamento, conforme demonstrado na Figura 24.

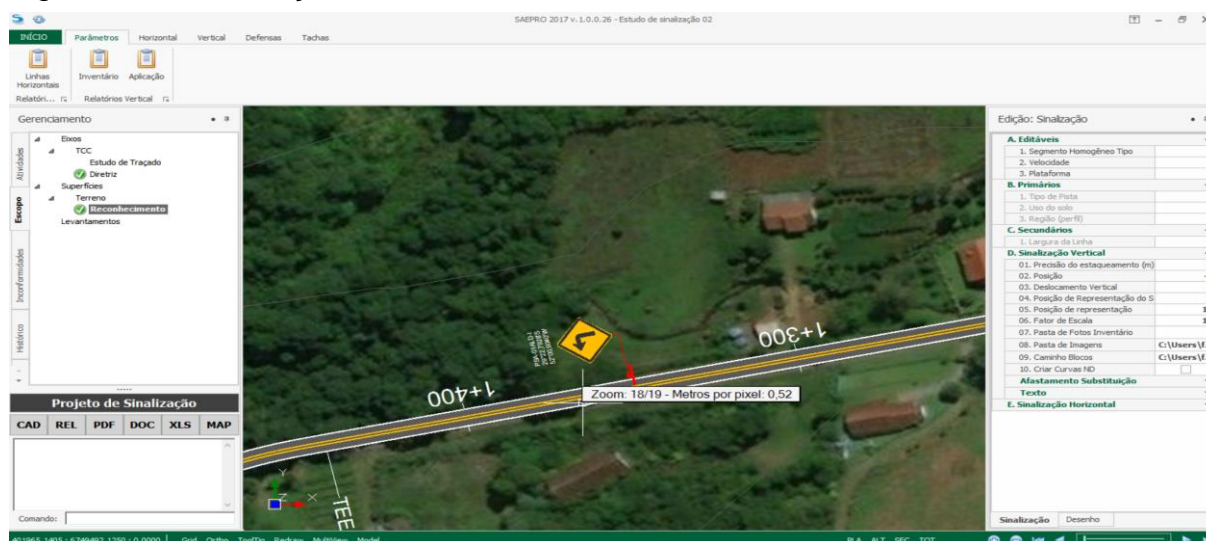
Figura 24 – Sinalização Horizontal SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Após concluída a sinalização horizontal, foi inserida a sinalização vertical no projeto do *software* SAEPRO, solicitando-se para inserir a placa de proibição de ultrapassagem e posteriormente as placas de sinalização de advertência para curvas horizontais, conforme demonstrado na Figura 25, fornecendo, assim, as placas de sinalização necessárias para que se mantenha segurança na rodovia, ainda sendo necessário incluir as placas de sinalização de regulamentação de velocidade.

Figura 25 – Sinalização Vertical SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

Após a análise e lançamento da sinalização que deveria existir no local, ter sido concluída, o *software* já forneceu a nota de serviço da sinalização necessária para a rodovia. Nota esta, que foi utilizada para comparação da sinalização existente na rodovia, com a sinalização que efetivamente deveria existir na rodovia.

Com os materiais e métodos apresentados neste capítulo, foi possível obter os resultados para análise da segurança da rodovia, que estão apresentados no próximo capítulo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão demonstrados os resultados encontrados com base nos métodos apresentados no capítulo anterior, e com isto, será realizada a discussão dos dados apresentados.

4.1 Geometria da Rodovia VRS-811

Neste tópico, serão demonstrados os dados obtidos por meio de reconstituição do traçado da rodovia analisada, com utilização do *software* SAEPRO, o qual possibilitou a obtenção das informações pertinentes ao traçado e planimetria da rodovia. Cada ponto de interseção (PI) apresentado representa uma curva horizontal elencada em projeto.

4.1.1 Largura da Rodovia VRS-811

Como já demonstrado, as rodovias vicinais que possuem classe B deverão oferecer uma largura mínima de pista de 6 metros, contando do bordo da faixa do lado direito ao bordo da faixa do lado esquerdo. Na Tabela 17, pode-se observar os pontos de medição e o valor de largura encontrado em cada um destes locais.

Tabela 17 – Larguras da Pista VRS-811

LOCAL (ponto da rodovia)	LARGURA DA PISTA (m)
km 5 +700	6,00
km 6 + 000	6,00
km 6 + 300	6,00
km 6 + 700	5,83
km 6 + 920	5,90
Km 7 + 200	5,88
Km 7 + 480	5,92
km 7 + 780	5,85
km 8 + 220	6,00
km 8 + 400	6,00
km 8 + 500	6,00
km 8 + 560	6,00

Fonte: Do Autor (2018).

Desta maneira é possível observar que na maioria do trajeto analisado, não foi encontrada a largura mínima desejável. Em um trecho com cerca de 2 quilômetros de extensão foram encontradas larguras insuficientes para fornecer segurança aos condutores e passageiros que trafegam por aqueles pontos, além de causar desconforto, visto que o condutor possui a sensação de pouco espaço na rodovia.

O alargamento das faixas é benéfico para a segurança viária, resultando em uma quantidade menor de acidentes. Além disso, faixas mais largas resultam em um maior afastamento lateral entre os veículos que se cruzam em sentidos opostos, ou até mesmo em ultrapassagens, além de tender a diminuir a velocidades dos condutores, devido à sensação de falta de espaço (AASHTO apud NODARI, 2003).

4.1.2 Acostamentos na Rodovia VRS-811

Para as rodovias de Classe B, a largura mínima de acostamento que deve ser disponibilizada na rodovia, deverá ser de 1 metro. Conforme a Tabela 18, foram quantificados os valores de acostamento em diversos pontos da rodovia, incluindo os locais onde haviam placas de sinalização, e todos os locais onde podiam ser encontrados acostamentos.

Tabela 18 – Larguras dos acostamentos VRS-811

LOCAL	LARGURA DO ACOSTAMENTO (m)
km 5 +700	0,00
km 6 + 000	0,00
km 6 + 300	0,00
km 6 + 700	0,90 LE / 0,80 LD
km 6 + 920	0,00 LE / 0,67 LD
km 7 + 780	0,00
km 8 + 220	0,00
km 8 + 400	0,00
km 8 + 500	0,00
km 8 + 560	0,00

Fonte: Do Autor (2018).

Com os dados obtidos em campo, foi possível observar que na maioria da extensão do trecho analisado da rodovia, não há acostamentos, e nos locais onde são encontrados, ainda possuem largura inferior à desejada para o mínimo de segurança ser oferecido. Além disto, onde podem ser encontrados acostamentos, há irregularidades nestes, devido à erosão do terreno, acarretando na perda de material e desníveis, conforme pode ser visualizado na Figura 26 a seguir.

Figura 26 – Acostamento encontrado na VRS-811



Fonte: Do Autor (2018).

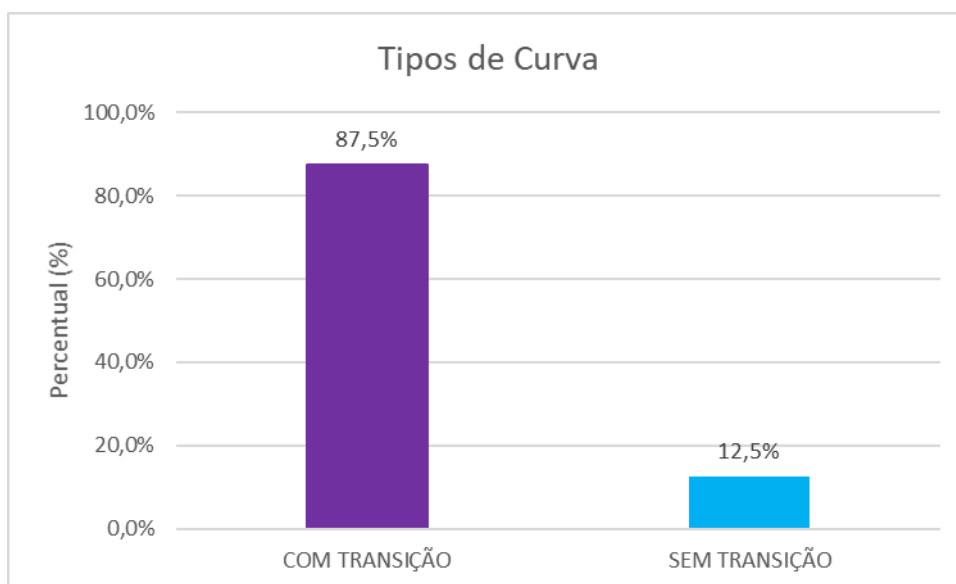
Na Figura 26 ainda é possível observar, conforme indicado, que não há existência de acostamento, como também no lado contrário da pista, o que impossibilita a parada de algum veículo no acostamento, fazendo com que o carro permaneça inteiramente dentro da pista.

A presença de acostamentos em uma rodovia aumenta sua segurança, visto que pode auxiliar na retomada do controle do veículo quando este sai da pista, além de evitar a interrupção do tráfego da rodovia em caso de parada do veículo por emergência ou atividades de manutenção, além de a presença de acostamentos auxiliar a conseguir maiores distâncias de visibilidade em curvas horizontais (PIMENTA, 2004).

4.1.3 Tipos de curva da VRS-811

Os tipos de curva foram observados com base na reconstrução do traçado da rodovia VRS-811 entre os trechos de km 5+200 e km 8+560, onde foram encontradas o total de 16 curvas, e sendo utilizado o valor de raio e desenvolvimento em espiral para que o traçado ficasse sobreposto ao já existente na região. As curvas que possuem um raio maior do que 700 metros não necessitam de desenvolvimento em espiral, segundo a norma, e são definidas como sem transição. Desta maneira, identificou-se a quantidade de curvas que são circulares e a quantidade de curvas que possuem transição, conforme apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Tipos de curva na VRS-811



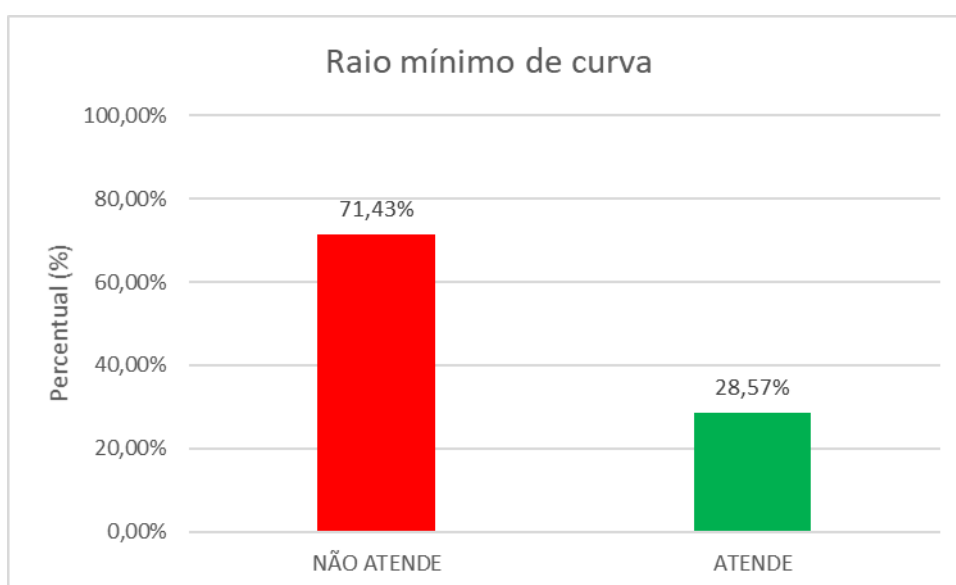
Fonte: Do Autor (2018).

É possível observar que, em sua maioria, as curvas horizontais dispostas no trajeto são de transição, sendo que estas devem possuir um desenvolvimento em espiral que proporcione conforto ao entrar e sair da curva, fornecendo segurança aos condutores.

4.1.4 Raio de Curvatura da VRS-811

Os raios de curvatura foram observados com base na reconstrução do traçado da rodovia VRS-811, onde foram encontradas 16 curvas, onde foi utilizado o valor de raio e desenvolvimento em espiral para que o traçado ficasse sobreposto ao já existente na região. Desta maneira, identificou-se a quantidade de curvas de transição que possuem o raio mínimo que deve ser de 125 metros, conforme apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Raio mínimo de curva na VRS-811



Fonte: Do Autor (2018).

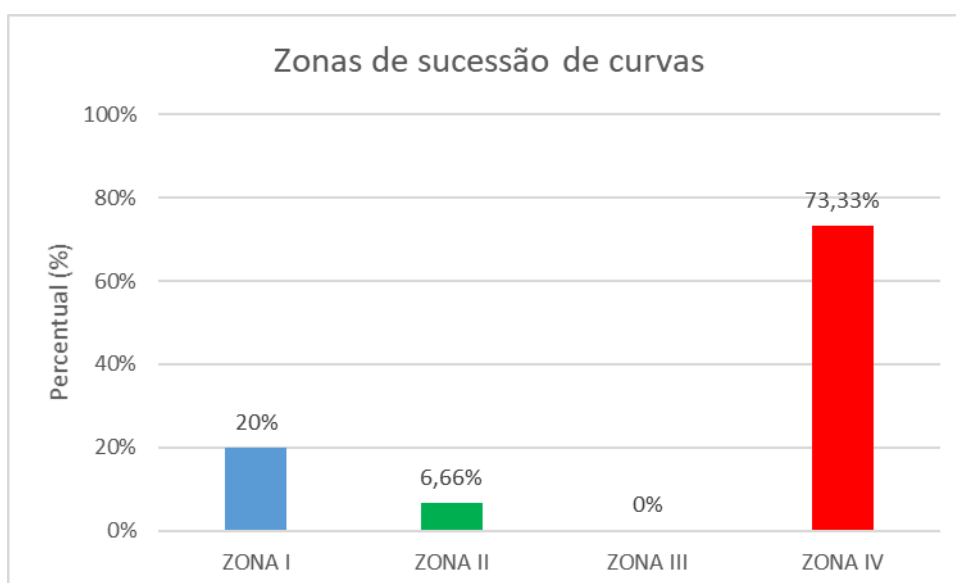
Com os dados obtidos, é possível analisar que 71,43 % das curvas não possuem o raio mínimo necessário para que haja segurança e conforto aos condutores da rodovia para a velocidade de projeto determinada, fazendo com que as curvas não tenham o raio desejado para que o trajeto seja percorrido com suavidade.

Senço (2008) coloca que uma curva abaixo do raio mínimo acaba sendo desconfortável para o motorista, devido à força centrífuga, podendo causar des controle da direção, tornando mais suscetível a acidentes, devendo assim ser usada uma força de atrito maior.

4.1.5 Sucessão de curvas na VRS-811

Conforme disponibilizado pelo *software* SAEPRO, foi possível observar as zonas de sucessão de curvas do traçado da VRS-811, que relacionam o quanto está variando o valor de raio entre as curvas, onde uma grande variação não é desejável, sendo estas indicadas segundo o Gráfico 4, onde a Zona I é a ideal, diminuindo o nível de conforto para as outras zonas.

Gráfico 4 – Zonas de sucessão de curvas



Fonte: Do Autor (2018).

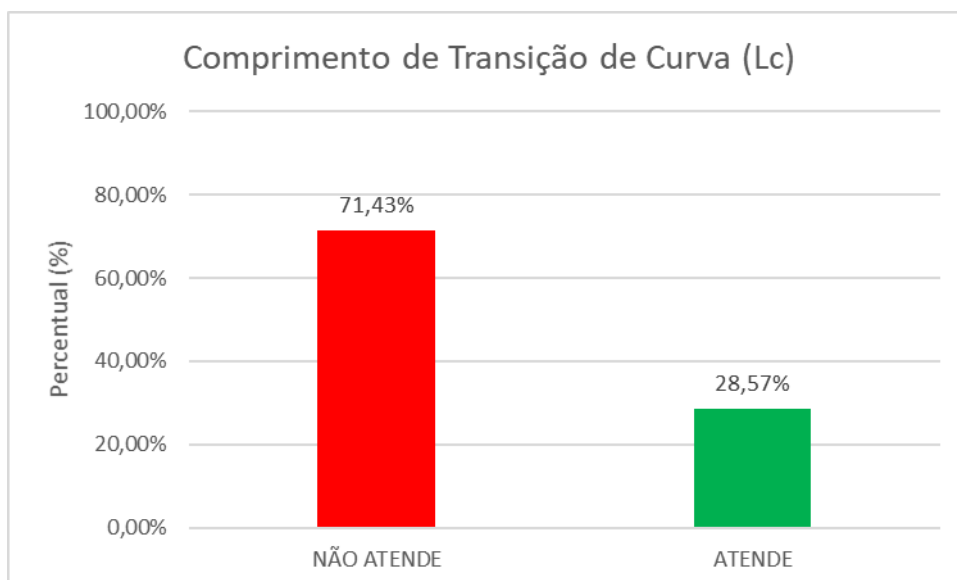
Observando os dados, é possível verificar que 73,33 % de sucessões de curva se encontram na Zona IV, o que mostra que a VRS-811 não fornece o conforto e suavidade aos condutores, fazendo com que haja uma grande variação nos raios de curva, o que pode confundir os motoristas e deixá-los menos confortáveis e seguros com o traçado da rodovia, pois com isso há uma variação abrupta das curvas, o que faz com que não haja uma naturalidade no traçado o que surpreende e confunde o motorista (DNER, 1999).

A zona IV não é recomendável, porém não é uma situação fora de norma, já que o traçado da rodovia deve ser enquadrado ao terreno, fornecendo, assim, o desenvolvimento de projeto e diminuindo o custo da obra.

4.1.6 Comprimento de Transição (Lc)

Com base na reconstituição do projeto da rodovia pelo *software* SAEPRO foi possível encontrar os valores de comprimento de transição ou desenvolvimento em espiral para as 14 curvas que possuem o desenvolvimento em espiral, o qual deve ser múltiplo de dez, porém, não possui um valor mínimo estipulado por norma, possuindo um valor mínimo sugerido de 40 metros. No Gráfico 5 está representada a porcentagem de curvas que possuem o valor mínimo permitido e que não se enquadram nas especificações.

Gráfico 5 – Comprimento de transição nas curvas da VRS-811



Fonte: Do Autor (2018).

É possível verificar que 71,43% das curvas não possuem o comprimento de transição sugerido pela Caderneta de Campo de PACHECO DE CARVALHO (19--). Isto faz com que a entrada nas curvas não seja suave ao ponto de fornecer o conforto necessário para o condutor, além de não fornecer um resultado prático desejável, também introduzindo distorções nas bordas da pista, comprometendo esteticamente a rodovia (LEE, 2015).

Assim, foi encerrada a análise dos parâmetros geométricos encontrados no trecho analisado da VRS-811, para então ser possível propor uma maneira de melhoria para a rodovia.

4.2 Sinalização Vertical na VRS-811

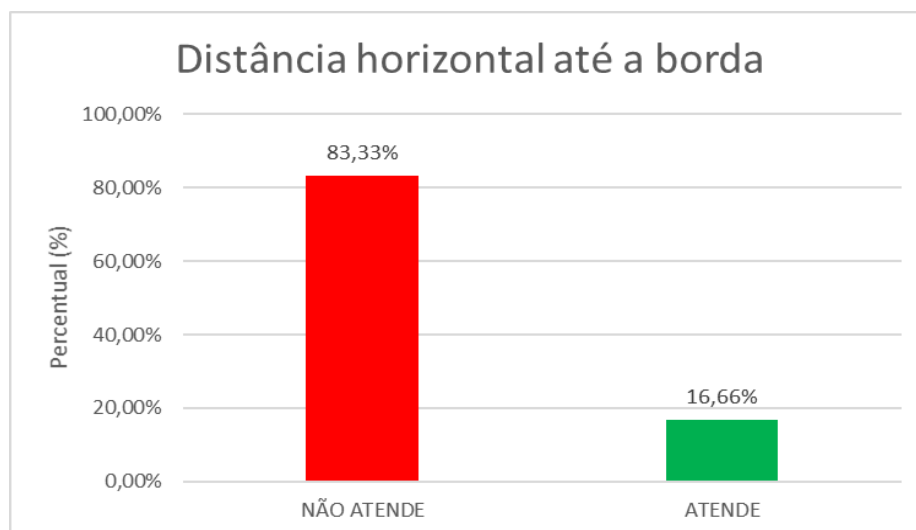
Neste tópico, será apresentada a análise realizada sobre a sinalização vertical e horizontal encontrada na rodovia VRS-811, mostrando as características encontradas na área de estudo com a legislação vigente e propondo-se um projeto com situação mínima exigida, com base na sinalização fornecida pelo *software* SAEPRO.

4.2.1 Sinalização Vertical na VRS-811

Durante o km 5+200 e o km 8+560 onde o trajeto foi analisado, foram encontradas apenas seis placas de sinalização vertical, onde todas as placas de sinalização localizadas são de advertência de curva à direita ou curva à esquerda, sem conter placas de advertência de curvas acentuadas, ou qualquer placa de regulamentação. Além disto, desde o início do trecho, contabilizando o trecho analisado no trabalho e o trecho não analisado, não foram encontradas placas de sinalização de regulamentação quanto à velocidade permitida para o trajeto. Segundo o CONTRAN (2007), a distância máxima para placas do tipo R-19, que representa a velocidade máxima permitida para a rodovia, deveria ser de 10Km. Porém, analisando desde o início em Km 0+000m até o KM 11+250m, não são encontradas placas deste tipo. Tal fato é grave por não informar ao condutor a velocidade máxima do local, o que pode prejudicar o seu entendimento da via, fazendo com que ande em uma velocidade acima do permitido, tornando a via mais perigosa. Todas as placas de sinalização encontradas possuem suportes de madeira e dimensões de 1,09x1,09 metros, os quais atendem a norma regulamentadora.

Foi possível, com os dados obtidos em campo, quantificar quantas placas de sinalização estão atendendo às normas técnicas de segurança. Desta maneira, no gráfico 7 está demonstrada a quantidade de placas que estão dentro da norma quanto à distância horizontal até a borda da pista, que deve ser de 1,20 metros.

Gráfico 7 – Distância Horizontal até a Borda da Pista

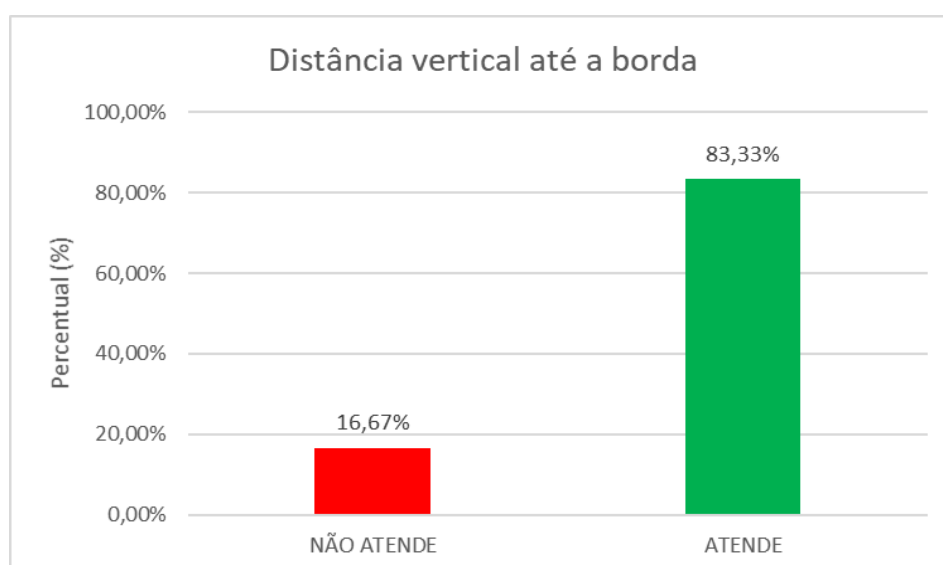


Fonte: Do Autor (2018).

É possível observar uma baixa quantidade de placas de sinalização durante o trajeto, onde 83,33% delas não atendem a distância mínima horizontal até a borda da pista, o que pode causar perigo aos condutores em causa de acidente, visto que a placa se encontra próxima à faixa de rolamento. O condutor pode acabar chocando-se diretamente com a placa, causando maior gravidade em caso de acidentes.

Já no gráfico 8 a quantidade que atende à norma quanto à distância vertical até a borda da pista.

Gráfico 8 – Distância vertical até a Borda da Pista



Fonte: Do Autor (2018).

Já a distância vertical até a borda da pista tem apenas 16,67% das placas de sinalização não atendendo a norma, o que no caso deste percentual, é prejudicial à visualização da sinalização com clareza, devido à baixa altura da placa (DNIT, 2010). Isto pode fazer com que não seja visualizada a placa de sinalização com clareza, impedindo que o condutor tenha uma leitura correta da manobra que deverá realizar no percurso da rodovia.

4.2.2 Sinalização Horizontal na VRS-811

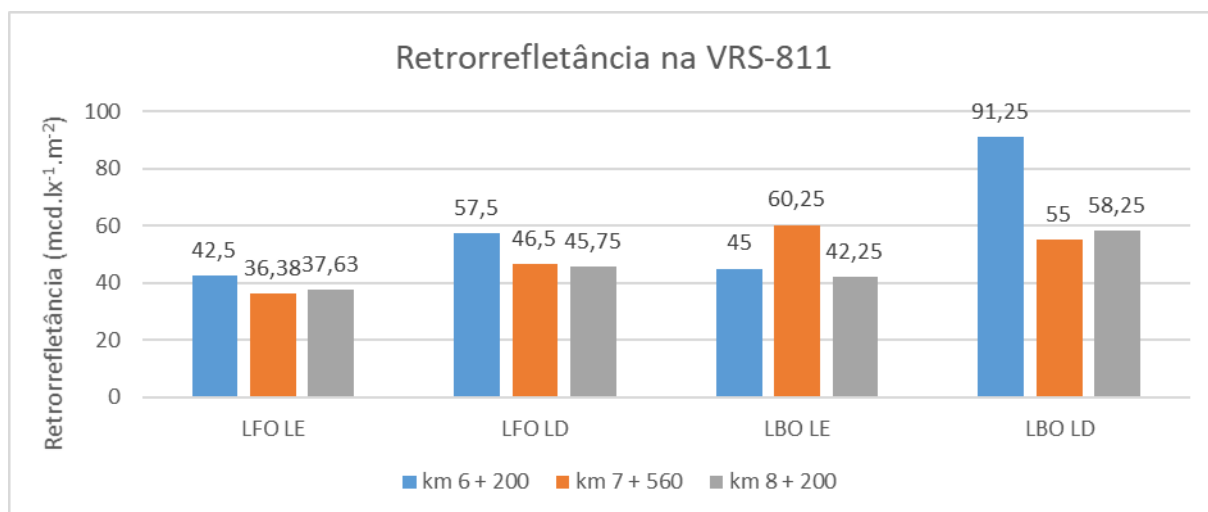
A sinalização horizontal encontrada na VRS-811 é constituída em sua maioria de linha dupla contínua, impossibilitando a ultrapassagem neste trajeto, tendo variação da sinalização em apenas dois pontos da rodovia, conforme demonstrado na tabela que se encontra no apêndice C. Onde há a linha tracejada, se trata de retas onde se faz possível realizar a ultrapassagem. Porém, a rodovia se mostra mais conservadora do que o projetado pelo *software* SAEPRO, onde poderia haver uma reta a mais onde há a possibilidade de ultrapassagem, por ser um trecho longo e com visibilidade para ultrapassagem.

Já a largura das linhas se encontram dentro das normas de sinalização horizontal, que preveem uma largura mínima de 10cm como o mínimo desejável.

4.2.3 Retrorrefletância

Foram registrados em campo, os valores para a retrorrefletância da sinalização horizontal da rodovia VRS-811, os quais estão demonstrados no Gráfico 9 com os dados de LFO LE (Linha amarela lado esquerdo), LFO LD (Linha amarela lado direito), LBO LE (Linha branca lado esquerdo) e LBO LD (Linha branca lado direito).

Gráfico 9 – Retrorrefletância na VRS-811



Fonte: Do Autor (2018).

Como é possível analisar no Gráfico 9 nenhum dos valores apresentou a retrorrefletância mínima que deveria ser de $100 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para as linha de cor branca que teve seu maior valor como $91,25 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$, e de $80 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para as linhas amarelas que teve seu maior valor como $57,5 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$, assim, não atendendo a norma técnica. Isto faz com que os condutores não tenham a visão desejada da sinalização horizontal, podendo assim confundi-los, não fornecendo uma correta visão da pista, podendo fazê-lo sair da pista, ou invadir a pista contrária.

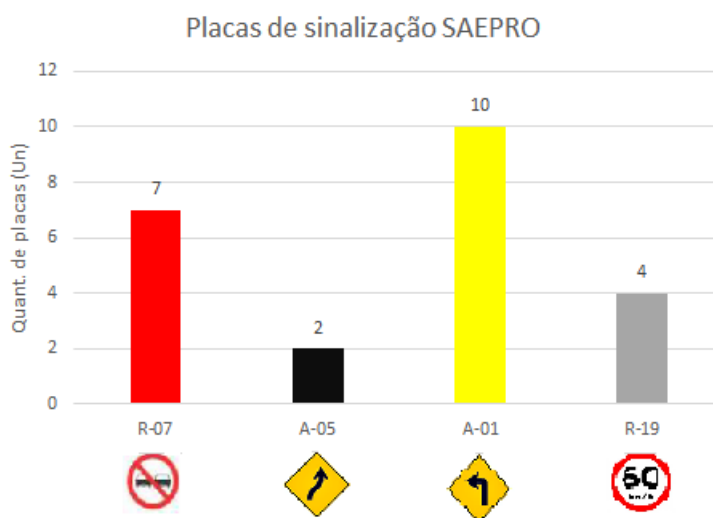
Neste caso, a proposta de melhoria fica para a renovação da pintura, para que os valores de retrorrefletância alcancem o mínimo estipulado por norma, para que seja melhorada a visibilidade do trajeto, inclusive à noite. Além disto, não há sinalização por condução óptica no local, como tachas e tachões, o que faz com que seja ainda mais relevante que a pintura esteja adequada.

4.2.4 Comparação da sinalização com o software SAEPRO

Para verificar se a sinalização da rodovia está correta, foi lançada a sinalização vertical e horizontal no projeto do software SAEPRO, mostrando assim a sinalização que deveria ser encontrada no local, para fornecer segurança aos condutores. No trecho analisado, foram encontradas um total de seis placas de sinalização, onde todas são de advertência de curva.

Já na análise realizada pelo *software*, foram definidas um total de vinte e três placas de sinalização vertical durante a rodovia, onde só foram consideradas as placas de regulamentação para o limite de velocidade e proibição de ultrapassagem e advertência para as curvas, não sendo analisadas outras possíveis necessidades do local que não possuem finalidade para este estudo. As quantidades de cada placa de sinalização, estão demonstradas no Gráfico 10, também sendo informadas com mais detalhes no apêndice E, onde está demonstrada a Nota de Serviço da sinalização.

Gráfico 10 – Sinalização Vertical VRS-811 pelo SAEPRO



Fonte: Do Autor (2018).

É possível observar grande crescimento na quantidade de placas de sinalização vertical durante o trecho de km 5+300 até km 8+600, onde foram englobadas as placas de sinalização para proibição de ultrapassagem, informando os condutores dos locais com este impeditivo, complementando assim a sinalização horizontal que impede a manobra de ultrapassagem.

Doze placas de advertência de curva, sendo dez para curvas acentuadas e duas para curvas em “S”, o que mostra que além da pouca quantidade de sinalização para as curvas do local, a sinalização existente ainda se encontra deficitária perante ao modelo a ser empregado em cada curva, visto que nenhuma curva teve a mesma placa de sinalização que a apresentada no SAEPRO, a qual foi lançada com base no tamanho do raio da curva, e do ângulo central da mesma. Além disto, todas as placas do local se encontram próximas demais à curva, fazendo

com que haja uma distância curta para a manobra, já no SAEPRO, foi feito o lançamento com a distância mínima para a curva sendo respeitada.

Ainda foram lançadas quatro placas de sinalização de regulamentação de velocidade, para informar os condutores da velocidade máxima permitida para o local, para conscientizar a população que por ali trafega, sobre a velocidade considerada segura para a rodovia.

Já a sinalização horizontal coletada em campo e demonstrada no apêndice F, possui um ponto a menos de ultrapassagem em comparação com a disponibilizada pelo SAEPRO. O ponto onde é fornecida a possibilidade de ultrapassagem se trata de um local onde possui uma reta longa, porém, devido ao entorno do local, pode ter-se proibido a ultrapassagem, já nos outros locais onde é permitida a ultrapassagem, há a mesma proposta de sinalização no local e no *software*, da mesma maneira para a sinalização onde não é permitida a ultrapassagem.

Desta maneira, podemos verificar que a sinalização horizontal se encontra dentro do que é proposto para segurança, já a sinalização vertical acaba sendo deficitária, devendo receber uma quantidade maior de placas para informar os condutores sobre as curvas e regulamentações da rodovia.

Assim foi finalizada a análise sobre a geometria e sinalização da VRS-811 entre os trechos de km 5+200 e km 8+560, porém, apesar das propostas de melhoria, só haverá resultado se houver conscientização por parte dos condutores da rodovia, fazendo com que estes busquem respeitar o que está proposto para a via, tornando-a segura.

5 CONCLUSÃO

Com a análise realizada no trabalho, foi possível verificar que a rodovia VRS-811 não atende os requisitos técnicos mínimos para segurança viária, devendo receber atenção e melhorias para a questão do fator geométrico e de sinalização, tornando-se mais segura aos condutores.

A rodovia possui cerca de 2km onde não há a largura mínima admissível, além de não ser encontrado o acostamento mínimo em nenhum dos pontos do trecho analisado, o que provoca desconforto aos motoristas, além de ser um fator importante para que possa ocorrer acidentes no local, além de não permitir que os condutores possam evitar os acidentes que possam ocorrer por invasão de pista contrária.

A VRS-811 possui 71,43% das curvas com valor de raio mínimo abaixo do desejado para uma rodovia vicinal de Classe B, tendo a mesma porcentagem de curvas que não atendem o valor mínimo sugerido para o comprimento de transição, o que faz com que a curva não tenha o espaço necessário para que seja percorrida com segurança, não fornecendo o ingresso adequado na curva.

Ainda, a sucessão das curvas em sua que possui 73,33% sendo de Zona IV, que apesar de não ser proibida por norma, deve ser evitada, por poder causar confusão aos condutores, devido à grande variação nos raios das curvas.

Já a sinalização vertical se encontra deficitária no local, que tem apenas seis placas de sinalização de advertência em seu total, estas ainda se encontram

incorretas e próximas demais das curvas, o que pode não fornecer tempo de reação o suficiente para que o condutor realize a manobra. Ainda, em sua maioria, estão próximas demais da pista de rolamento, podendo ser prejudicial em caso de acidentes, onde há a possibilidade de colisão com a própria placa de sinalização. Enquanto isso, a sinalização horizontal se encontra em sua maioria, de acordo com a norma, com exceção da retrorrefletância que está abaixo do mínimo estipulado por norma, o que dificulta visualização por parte dos condutores, principalmente no período da noite, o que pode acarretar em invasão da pista contrária ou saída de pista, resultando em acidentes.

A proposta de melhoria fica em colocar mais placas de sinalização, devendo conter a placa de sinalização de regulamentação de velocidade, placas de proibição de ultrapassagem, e as placas corretas para todas as curvas que compõem o trecho analisado da VRS-811, tornando assim a via melhor sinalizada, podendo informar com mais qualidade o que está proposto dentro da rodovia.

Apesar das melhorias propostas, salienta-se que mesmo sendo realizados os ajustes, é necessária a conscientização por parte dos condutores da rodovia, para que estes respeitem e cooperem com o que está disposto para a rodovia, pois o fator humano é o mais importante para a causa de acidentes.

Desta maneira, os objetivos do trabalho foram atendidos, visto que foram constadas irregularidades na rodovia, que podem colocar em perigo os condutores que por ali trafegam.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 14723, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sinalização horizontal viária**: Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m. 3ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013. 4 p.

BOBERMIN, Mariane P.; GARCIA, Daniel Sergio Presta; DEMORE, Cristhiane P. **Sistema de Informação Geográfica aplicado aos dados do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária BR-Legal**. 2017. 12 p. Artigo científico - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Recife, 2017. Disponível em: <<http://150.162.242.35/handle/123456789/178006>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

CASTILHO, Felipe Bosco. **Sobre a conspicuidade, legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária**. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <http://sinaldetransito.com.br/artigos/conspicuidade_de_placas.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CNT, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte**. 2017. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/File/Rod/ROD_1_4_2_1_1_1.xlsx>. Acesso em: 15 mar. 2018.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização Vertical de Regulamentação. 2ª. ed. Brasília: [s.n.], 2007. 220 p. v. 1. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/manual-vol-i-sinalizacao-vertical-de-regulamentacao.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**: Sinalização Vertical de Advertência. 1ª. ed. Brasília: [s.n.], 2007. 218 p. v. 2. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/manual-vol-ii-sinalizacao-vertical-de-advertencia.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Horizontal**. 1ª. ed. Brasília: [s.n.], 2007. 128 p. v. 4. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/manual-vol-iv-sinalizacao-horizontal-resolucao-236.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere. **Cálculo da superelevação para uma curva circular horizontal**. 2016. 3 p. Seção Técnica (Instituto de Geociências)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.amiranet.com.br/files/produtos/sumario_5.pdf>. Acesso em: 08 maio 2018.

DA SILVA, Francisco Assis et al. **Uma Metodologia para Detectar e Reconhecer Placas de Sinalização de Trânsito**. 2013. 6 p. Artigo científico - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <http://iris.sel.eesc.usp.br/wvc/Anais_WVC2012/pdf/97147.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E RODAGEM. **Instruções para Sinalização Rodoviária**. 3ª. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2013. 114 p. Disponível em: <<http://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27154702-instrucoes-de-sinalizacao-rodoviaria.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

DAER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Mapa Rodoviário**. 2017. Disponível em: <<https://www.daer.rs.gov.br/mapas>>. Acesso em: 05 maio 2018.

DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E RODAGENS. **Normas de Projetos Rodoviários**. Porto Alegre: [s.n.], 1991. 175 p. v. 1. Disponível em: <<http://www.daer.rs.gov.br/normas-tecnicas>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

DAER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **VDM de Rodovias**. 2017. Disponível em: <<https://www.daer.rs.gov.br/vdm-de-rodovias>>. Acesso em: 05 maio 2018.

DAWKINS, Jeremy James. **Terrain Characterization and Roughness Estimation for Simulation and Control of Unmanned Ground Vehicles**. 2011. 167 p. dissertation (Doctor of Philosophy)- Auburn University, Auburn, Alabama, US, 2011. Disponível em: <https://etd.auburn.edu/bitstream/handle/10415/2912/Dissertation_Final%28submission%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 07 abr. 2018.

DE SOUSA, João Guilherme Mota; DE SOUSA, Decíola Fernandes. **O Ensino de Concordância Horizontal para Rodovias Rurais com o Auxílio Computacional**. 2012. 12 p. Artigo científico - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/103757.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

DNER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E. RODAGEM. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999. 195 p. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Avaliação das Condições de Segurança Viária**: BR 116/RS - km 79 a 81 - Campestre da Serra. 2009. 61 p. Artigo científico. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/do1282nea-fase-2-produto-complementar-1.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Sinalização Viária**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010. 412 p. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/743_manualsinalizacaoRodoviaria.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário: Sinalização horizontal – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009. 10 p. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit100_2009_es.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.

DOMÍNGUEZ, Fernando Sánchez; RAMOS GARCÍA, José Antonio; BALULA, Nuno. **Inspeção Dinâmica da Sinalização**: Horizontal e Vertical. Madrid: [s.n.], 2016. 10 p. Disponível em: <http://www.crp.pt/docs/A45S123-118_Art_T3_7CRP_2013.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto et al. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012. 322 p. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/images/SEGURAN%C3%87A%20VI%C3%81RIA%20COMPLETO.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2018.

FHWA, FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Mitigation strategies for design exceptions**. Washington, D.C.: [s.n.], 2007. 171 p. Disponível em: <https://safety.fhwa.dot.gov/geometric/pubs/mitigationstrategies/fhwa_sa_07011.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2018.

FREIRE, Liz Helena Costa Varella. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas-rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS**. 2003. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4864/000416433.pdf?...1>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

GARCÍA, Daniel Sergio Presta et al. **Diretrizes para o Desenvolvimento de um Sistema Avançado para Estudos e Projetos Viários**:: o Conceito BIM no Projeto de Obras de Infraestrutura. 2014. 16 p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

GARCÍA, Daniel Sergio Presta. **Método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples**. 2008. 352 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/14293>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

HOEL, Lester A.; GARBER, Nicholas J.; SADEK, Adel W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LEAL, Bruno Alexandre Brandimarte. **Análise da influência e características das vias no número e na severidade dos acidentes: estudo de caso na autoestrada Grajaú-Jacarepaguá**. 2017. 180 p. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03072017-095129/en.php>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

LEE, Shu Han. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2015.

MADALOZO, Hélio Carlos; DYMINSKI, Andrea Sell; RIBEIRO, Eduardo Parente. Análise de curvas horizontais de rodovias, para melhoramento de projeto e operação, utilizando redes neurais artificiais. **Anais do 18º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito-ANPET**, Florianópolis, p. 415-426, nov. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Ribeiro4/publication/266606223_ANALISE_DE_CURVAS_HORIZONTAIS_DE_RODOVIAS_PARA_MELHORAMENTO_DE_PROJETO_E_OPERACAO_UTILIZANDO_REDES_NEURAI_ARTIFICIAIS/link/s/543d19680cf2c432f7424a71.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2018.

NODARI, Christine Tessele. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. 2003. 210 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3675>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

NOLAND, Robert B. **Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends**. 2000. 13 p. Article (.)- Imperial College of Science, Technology and Medicine, London, UK, 2012. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/3b7e/4f4d3a52b53980525593672cf239a31cf8fb.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

OLIVEIRA, Eilaine de Lourdes Martini de. **Considerações sobre o projeto de acostamentos para rodovias**. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-14012008-161757/en.php>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

PACHECO DE CARVALHO, M. **Caderneta de Campo: Emprego da Transição em Espiral nos Traçados Rodoviários**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Editoria Científica, [19--]. 250 p.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização**. São Paulo: Pini, 2014.

PEREIRA, Cláudia Azevedo. **Análise da aderência pneu-pavimento em rodovias do Estado de Pernambuco e da Paraíba com elevado índice de acidentes**. 2010. 212 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5192/1/arquivo2403_1.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

PIMENTA, Carlos R. T.; OLIVEIRA, Márcio P. **Projeto geométrico de rodovias**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004.

RABAY LUCAS, Felipe et al. Uso de simuladores de direção aplicado ao projeto de segurança viária. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 341-352, abr. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bcg/v19n2/a10v19n2.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SAMPEDRO, A.; CAMPOS, V. B. G. Avaliação e Tratamento das Características da Infra-Estrutura Viária Urbana que Influenciam a Segurança do Tráfego. **Revista Engenharia Civil UM**, [S.l.], n. 27, p. 123-134, jan. 2006. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num27/n_27_pag_123-134.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SANTOS, Fernando Fraga de Freitas dos; GARCÍA, Daniel Sergio Presta; WANDSCHEER, Marcelo André. Diretrizes para o desenvolvimento de um sistema avançado para estudos e projetos viários: análise da visibilidade de ultrapassagem vertical. **Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, Curitiba, p. 1-9, 2014. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/827057/diretrizes-para-o-desenvolvimento-de-um-sistema-avan%C3%A7ado>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de projetos rodoviários**. São Paulo: PINI, 2008.

SOUZA, Márcia Lopes Rodrigues de. **Procedimento para avaliação de projetos de rodovias rurais visando a segurança viária**. 2012. 206 p. Dissertação (Mestrado em Transportes)- Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/10610>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

VASCONCELOS, Raimundo Expedito. **Harmonia na geometria, seção transversal, perfil longitudinal e velocidades em rodovias**. 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Transportes)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-09022018-181503/en.php>>. Acesso em: 08 maio 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA DE DADOS DAS CURVAS ENCONTRADAS POR MEIO DO SOFTWARE SAEPRO.

CURVAS SAEPRO				
PI	Raio (m)	Desenvolvimento em espiral (Lc)	Ângulo Central (AC)	Desenvolvimento Circular (m)
1	70	30	36°17'22,29"	14,336
2	60	20	34°49'36,26"	16,47
3	80	20	23°32'41,41"	12,875
4	80	20	21°47'02,60"	10,416
5	200	30	9°43'04,61"	3,922
6	700	0	7°08'09,08"	87,181
7	700	0	2°19'15,76"	28,357
8	200	20	10°46'19,40"	17,602
9	60	40	62°29'41,75"	25,445
10	125	20	17°53'48,65"	19,045
11	50	10	22°15'08,56"	9,419
12	115	40	78°02'14,38"	116,631
13	50	30	51°45'48,59"	15,172
14	300	20	4°59'04,39"	6,099
15	115	40	46°44'13,78"	53,807
16	70	40	45°59'41,12"	16,193

APÊNDICE B - TABELA DE DADOS DA SINALIZAÇÃO VERTICAL ENCONTRADA NA VRS-811

SINALIZAÇÃO VERTICAL							
Placas	Dimensão (m x m)	Suportes	Código do Sinal	Localização (km + LD/ LE)	Distância horizontal até a borda da pista (m)	Distância vertical até a borda da pista (m)	Distância até a curva (m)
1	1,09 x 1,09	Madeira	A-02b	km 5 + 700 LE	1,00	1,55	30
2	1,09 x 1,09	Madeira	A-02a	km 6 + 700 LD	0,66	1,37	30
3	1,09 x 1,09	Madeira	A-02b	km 6 + 920 LE	0,50	1,50	50
4	1,09 x 1,09	Madeira	A-02a	km 7 + 780 LD	0,70	1,18	20
5	1,09 x 1,09	Madeira	A-02a	km 8 + 220 LE	1,35	1,35	50
6	1,09 x 1,09	Madeira	A-02b	km 8 + 530 LD	0,88	1,27	30














APÊNDICE C – TABELA PARA COLETA DE DADOS DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
Código Sinal	Lado	Larg. Faixa (m)	km inicial	km final
LFO_3	-	0,10	5+200	7+200
LFO_4	LD	0,10	7+200	7+400
LFO_2	-	0,10	7+400	7+550
LFO_4	LE	0,10	7+550	7+720
LFO_3	-	0,10	7+720	8+200
LFO_4	LE	0,10	8+200	8+460
LFO_3	-	0,10	8+460	8+560
LBO	LD	0,15	5+200	8+560
LBO	LE	0,15	5+200	8+560

APÊNDICE D – TABELA DE DADOS RETRORREFLETÂNCIA ENCONTRADA NA VRS-811











RETRORREFLETÂNCIA													
	km 6 + 200				km 7 + 560				km 8 + 200				
Leitura	LFO (LE)	LFO (LD)	LBO (LE)	LBO (LD)	LFO (LE)	LFO (LD)	LBO (LE)	LBO (LD)	LFO (LE)	LFO (LD)	LBO (LE)	LBO (LD)	
1	43	58	41	93	32	38	68	51	34	45	34	53	
2	44	58	56	104	38	47	50	58	34	45	40	50	
3	42	66	55	100	33	45	57	54	34	47	43	68	
4	56	58	45	98	34	60	58	54	37	46	45	56	
5	38	58	42	92	55	45	68	57	32	47	44	53	
6	39	52	46	75	39	49	56	55	39	47	45	53	
7	42	61	43	96	35	46	60	58	38	46	45	58	
8	42	60	41	76	34	44	73	52	43	44	38	58	
9	46	53	40	97	41	50	63	61	42	46	38	67	
10	42	54	47	78	37	46	52	53	48	44	46	74	

APÊNDICE E – NOTA DE SERVIÇO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL PARA A VRS-811 PELO SOFTWARE SAEPRO.












Relatório de Aplicação																					
							Localização						Suportes				Película				
Imagem	Tipo	Via	Nome	Lado	Sinal	Código	km	Latitude	Longitude	Este	Norte	Pranc	Tipo	Material	Quantida	Substra	Fund	Legen	Orl	Simbol	Área
	PS	III	R-07	LD	Regulam entação	PSR- 07LD	6176	-29,37954	52,006282	402345,7	6749541		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LD	Regulam entação	PSR- 07LD	7537	-29,38370	52,017927	401219,5	6749071,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LD	Regulam entação	PSR- 07LD	8035	-29,38566	52,022144	400812,2	6748850,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LD	Regulam entação	PSR- 07LD	8536	-29,38609	52,027154	400326,4	6748798,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LE	Regulam entação	PSR- 07LE	6156	-29,37953	52,006076	402365,6	6749542,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LE	Regulam entação	PSR- 07LE	7336	-29,38368	52,015866	401419,5	6749075,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-07	LE	Regulam entação	PSR- 07LE	8215	-29,38570	52,023997	400632,5	6748844,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	A-05B	LD	Advertên cia	PSA- 05BLD	5200	-29,37819	51,996537	403290,1	6749700,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-05B	LE	Advertên cia	PSA- 05BLE	5600	-29,37868	52,000471	402908,8	6749642,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01A	LD	Advertên cia	PSA- 01ALD	6546	-29,37987	52,010066	401978,8	6749501,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01B	LE	Advertên cia	PSA- 01BLE	6846	-29,38155	52,012090	401784,0	6749314,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01B	LD	Advertên cia	PSA- 01BLD	6893	-29,38185	52,012460	401748,3	6749280,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01A	LE	Advertên cia	PSA- 01ALE	7294	-29,38372	52,015434	401461,5	6749070,		Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64

Relatório de Aplicação

Rodovia: TCC
 Trecho: Estudo de Traçado
 Segmento: km: 0+000,00 ao km: 3+363,70

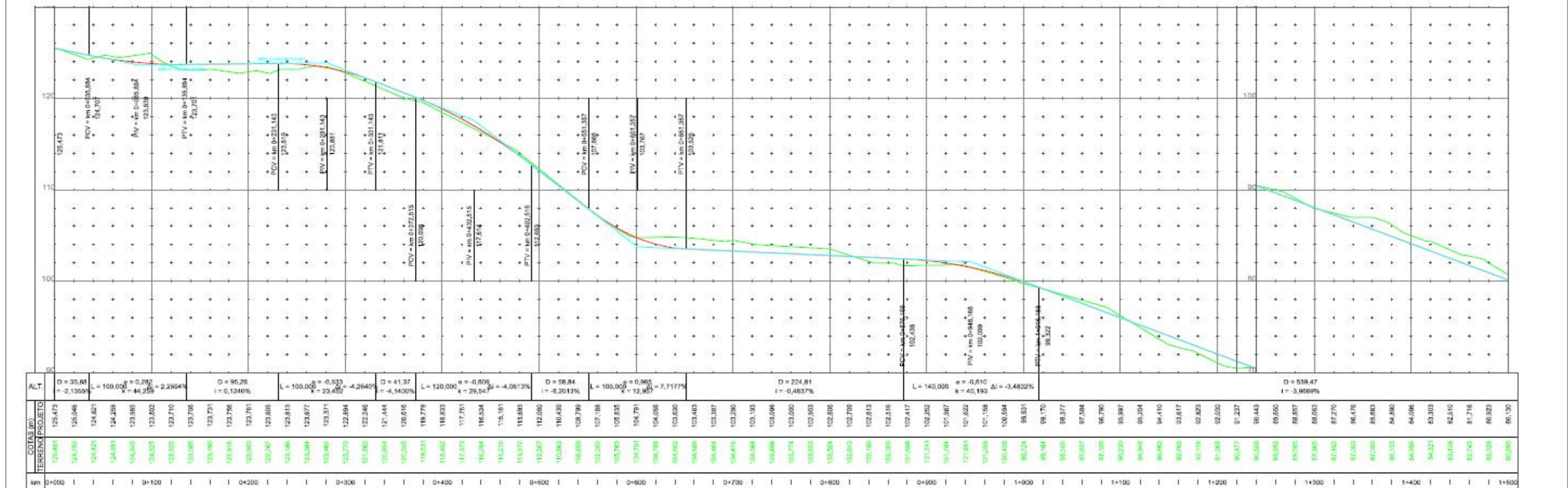
							Localização						Suportes				Película				
Imagem	Tipo	Via	Nome	Lado	Sinal	Código	kmPro.	Latitude	Longitude	Este	Norte	Pranc	Tipo	Material	Quantida	Substra	Fund	Legen	Orl	Simbol	Área
	PS	III	A-01A	LD	Advertên cia	PSA-01ALD	7593	-29,38366	-	52,018514	401162,5	6749075,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01B	LE	Advertên cia	PSA-01BLE	7876	-29,38479	-	52,020852	400936,7	6748948,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01B	LD	Advertên cia	PSA-01BLD	7832	-29,38442	-	52,020655	400955,5	6748989,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01A	LE	Advertên cia	PSA-01ALE	8188	-29,38575	-	52,023705	400660,8	6748839,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01A	LD	Advertên cia	PSA-01ALD	8316	-29,38566	-	52,025021	400533,0	6748847,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	A-01B	LE	Advertên cia	PSA-01BLE	8549	-29,38620	-	52,027212	400320,9	6748786,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	IV	IV	0,64
	PS	III	R-19(60)	LE	Regulam entação	PSR-19(60)LE	8516	-29,38599	-	52,026962	400344,9	6748810,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-19(60)	LD	Regulam entação	PSR-19(60)LD	5555	-29,37843	-	52,000090	402945,6	6749670,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-19(60)	LE	Regulam entação	PSR-19(60)LE	6470	-29,37984	-	52,009268	402056,2	6749506,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417
	PS	III	R-19(60)	LD	Regulam entação	PSR-19(60)LD	7358	-29,38362	-	52,016091	401397,7	6749082,	Simples	Madeira	1	Aço	III	IV	III	IV	0,4417

APÊNDICE F – NOTA DE SERVIÇO DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL PARA A VRS-811 PELO SOFTWARE SAEPRO.

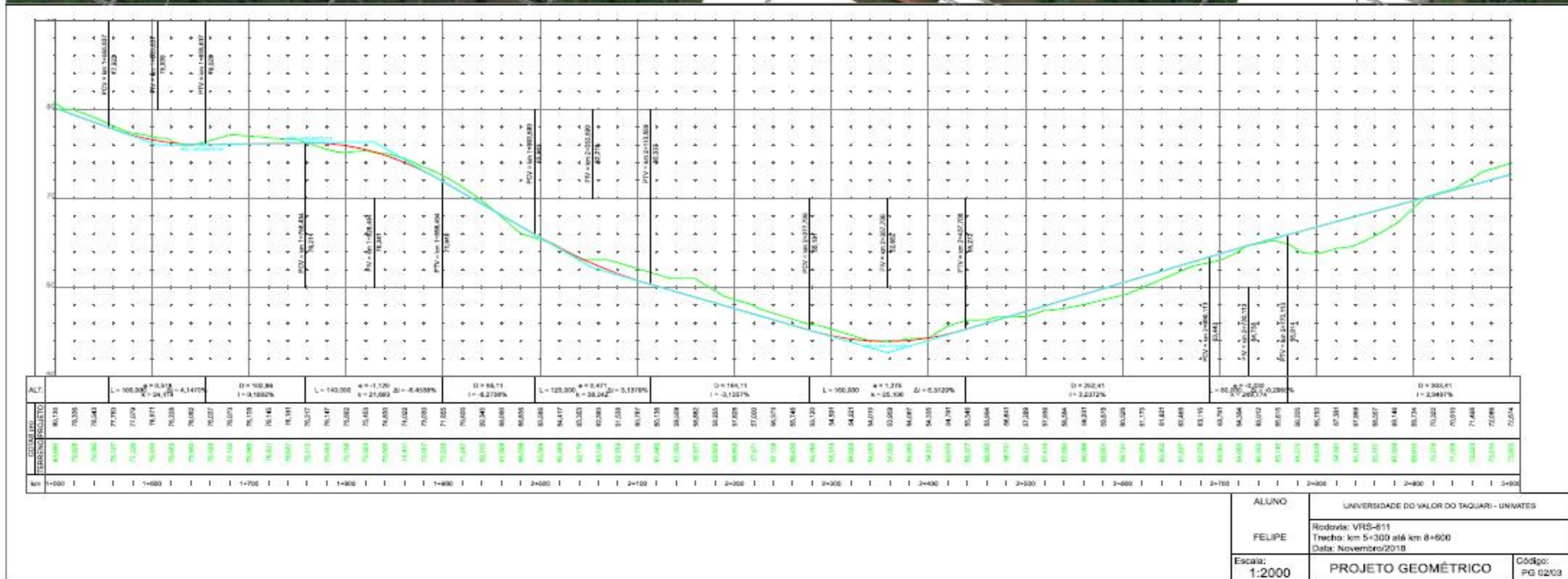
Relatório de Sinalização Horizontal															
Gerais					Localização										
Image	Codigo	Lado	Cor	LargFai	KmIni	Latitudeini	Longitudeini	KmFim	Latitudefim	Longitudefim	Cadência	Materia	Espe	Extensão	Area
	LFO_3	Eixo	Amarela	0,1	5200	-29,37821738	-51,99652106	5980	-29,379408490	-52,004229280	_04x12	_ND	ND	780	78
	LFO_4	LD	Amarela	0,1	5980	-29,37940849	-52,00422928	6160	-29,379538930	-52,006076850	_04x12	_ND	ND	180	18
	LFO_2	Eixo	Amarela	0,1	6160	-29,37953893	-52,00607685	6180	-29,378217385	-51,996521064	_04x12	_ND	ND	960	96
	LFO_4	LE	Amarela	0,1	6180	-29,37954919	-52,00628258	6380	-29,379610738	-52,008341192	_04x12	_ND	ND	200	20
	LFO_3	Eixo	Amarela	0,1	6380	-29,37961073	-52,00834119	7160	-29,383655511	-52,014013208	_04x12	_ND	ND	780	78
	LFO_4	LD	Amarela	0,1	7160	-29,38365551	-52,01401320	7340	-29,383686918	-52,015866827	_04x12	_ND	ND	180	18
	LFO_2	Eixo	Amarela	0,1	7340	-29,38368691	-52,01586682	7540	-29,383703320	-52,017927542	_04x12	_ND	ND	200	20
	LFO_4	LE	Amarela	0,1	7540	-29,38370332	-52,01792754	7720	-29,383729466	-52,019781405	_04x12	_ND	ND	180	18
	LFO_3	Eixo	Amarela	0,1	7720	-29,38372946	-52,01978140	8220	-29,385705424	-52,023997066	_04x12	_ND	ND	500	50
	LFO_4	LE	Amarela	0,1	8220	-29,38570542	-52,02399706	8460	-29,385731659	-52,026469754	_04x12	_ND	ND	240	24
	LFO_3	Eixo	Amarela	0,1	8460	-29,38573165	-52,02646975	8560	-29,386225801	-52,027293508	_04x12	_ND	ND	100	10
No image	LBO	LE	Branca	0,1	5200	-29,37821738	-51,99652106	8560	-29,386225801	-52,027293508	_04x12	_ND	ND	3360	336
No image	LBO	LD	Branca	0,1	5200	-29,37821738	-51,99652106	8560	-29,386225801	-52,027293508	_04x12	_ND	ND	3360	336

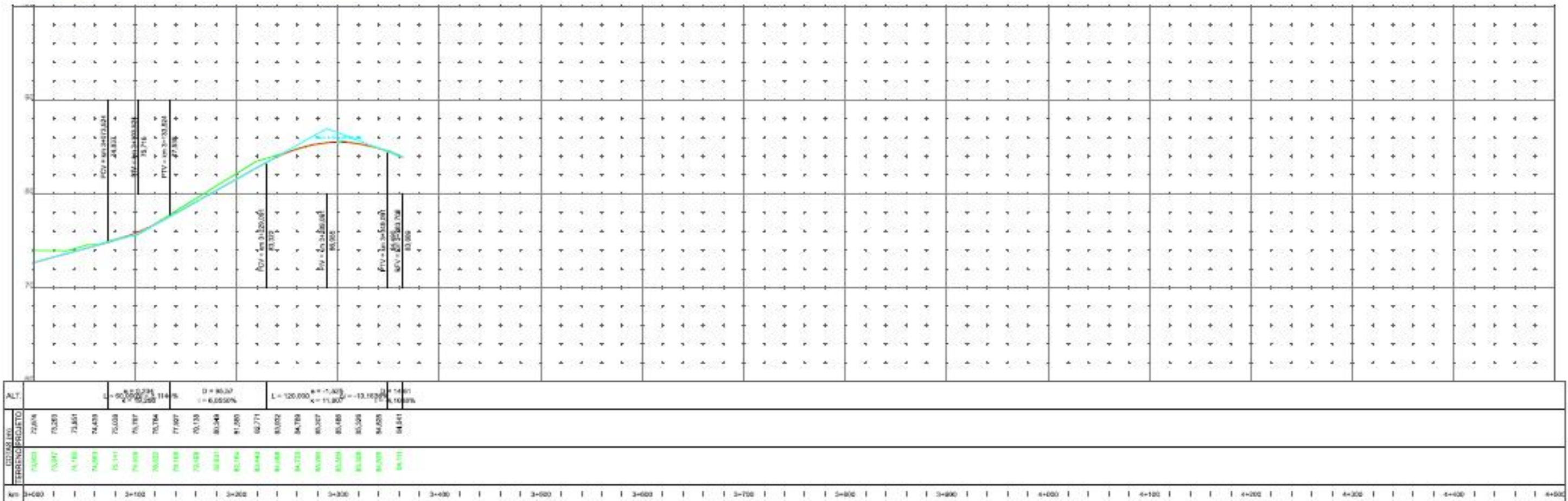


Pis	AC	L	Raio	Lc 1	Lc 2	Coord. X	Coord. Y
PP			0,00	0,00	0,00	403291,8107	6749697,3571
1	36°17'22,29"	D	70,00	30,00	30,00	403178,3576	6749652,4041
2	34°48'36,26"	E	60,00	20,00	20,00	403027,9545	6749691,5540
3	23°32'41,41"	D	80,00	20,00	20,00	402755,4897	6749590,5950
4	23°48'21,74"	E	80,00	20,00	20,00	402671,9989	6749595,2833
5	9°43'04,61"	D	200,00	30,00	30,00	402607,0445	6749570,8564
6	7°08'09,08"	D	700,00	0,00	0,00	402512,0474	6749552,5778
7	2°18'15,75"	D	700,00	0,00	0,00	402309,6381	6749539,2913
8	10°46'19,40"	E	200,00	20,00	20,00	402155,2260	6749535,4245
9	62°29'41,75"	E	60,00	40,00	40,00	401833,5131	6749465,8291



ALUNO	UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES		
FELIPE	Rodovia: VRS-611 Trecho: km 5+300 até km 8+600 Data: Novembro/2018		
Escala: 1:2000	PROJETO GEOMÉTRICO		Código: PG 01/03





ALUNO	UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES		
FELIPE	Rodovia: VRS-611 Trecho: km 5+300 até km 8+600 Data: Novembro/2018		
Escala: 1:2000	PROJETO GEOMÉTRICO	Código: PG 03/03	